



La notion de hasard Ses différentes définitions et leurs utilisations

Philippe Sentis

Volume 61, numéro 3, octobre 2005

Hasard et déterminisme dans l'évolution biologique

URI : <https://id.erudit.org/iderudit/012575ar>

DOI : <https://doi.org/10.7202/012575ar>

[Aller au sommaire du numéro](#)

Éditeur(s)

Faculté de philosophie, Université Laval

Faculté de théologie et de sciences religieuses, Université Laval

ISSN

0023-9054 (imprimé)

1703-8804 (numérique)

[Découvrir la revue](#)

Citer cet article

Sentis, P. (2005). La notion de hasard : ses différentes définitions et leurs utilisations. *Laval théologique et philosophique*, 61(3), 463–496.
<https://doi.org/10.7202/012575ar>

Résumé de l'article

Jusqu'à Blaise Pascal, le hasard désigne ce qui se produit en dehors de tout dessein humain ou divin et de tout ordre stable. Après lui, on cherche à préciser de façon constructive ces trois types d'exclusion, ce qui amène à définir les événements merveilleux, les événements aléatoires et les événements accidentels. Chacune de ces trois démarches a ses avantages et ses inconvénients. La première rend compte de tout ce qui étonne, mais écarte la liberté et le miracle et ne permet ni vérification, ni prévision, ni décision. La seconde permet des prévisions et des vérifications expérimentales, mais son emploi ne peut se généraliser sans entrer en conflit avec le déterminisme, qui la considère comme une illusion. La troisième explique beaucoup de choses par la rencontre de séries causales indépendantes, mais ce faisant elle exclut toute finalité. Il faut faire très attention à ne pas les confondre.

LA NOTION DE HASARD

SES DIFFÉRENTES DÉFINITIONS ET LEURS UTILISATIONS

Philippe Sentis

Sous-directeur honoraire
Collège de France

RÉSUMÉ : *Jusqu'à Blaise Pascal, le hasard désigne ce qui se produit en dehors de tout dessein humain ou divin et de tout ordre stable. Après lui, on cherche à préciser de façon constructive ces trois types d'exclusion, ce qui amène à définir les événements merveilleux, les événements aléatoires et les événements accidentels. Chacune de ces trois démarches a ses avantages et ses inconvénients. La première rend compte de tout ce qui étonne, mais écarte la liberté et le miracle et ne permet ni vérification, ni prévision, ni décision. La seconde permet des prévisions et des vérifications expérimentales, mais son emploi ne peut se généraliser sans entrer en conflit avec le déterminisme, qui la considère comme une illusion. La troisième explique beaucoup de choses par la rencontre de séries causales indépendantes, mais ce faisant elle exclut toute finalité. Il faut faire très attention à ne pas les confondre.*

ABSTRACT : *Until Blaise Pascal, chance meant what happens outside any human or divine design or any stable order. Attempts are made, ever since, to set down in a constructive fashion those three types of exclusion : what it is that leads to define marvellous events, chance events and accidental events. Each of those three endeavours has its advantages and its drawbacks. The first accounts for everything that amazes, but it sets aside freedom and miracle, and does not allow any verification, prevision, or decision. The second permits previsions and experimental verifications, but its use cannot be generalized without entering into conflict with determinism, which considers it an illusion. The third explains a number of things through the encounter of independent causal series, but, while so doing, it excludes all finality. One must be very cautious not to confuse the three.*

La notion intuitive de hasard s'impose à nous quand nous passons de l'observation des événements à leur interprétation. Nous constatons que ceux-ci ont une incidence favorable ou défavorable sur nos intérêts et nous leur trouvons un sens. Ils deviennent intelligents, intentionnels. Si nous admettons que tout ce qui est a une raison d'être, nous y cherchons une cause, et même une cause proportionnée à l'effet. Quand une série causale entraîne un résultat intelligent, nous pensons qu'elle résulte d'une cause intelligente, un homme ou un centre de décision surnaturel. Chaque fois qu'un événement surgit à l'issue d'un processus qui aurait pu s'achever autrement, les scientifiques se demandent comment il a pu avoir lieu, les philosophes pourquoi il a eu lieu plutôt qu'un autre, et le sens commun y voit l'effet d'un pouvoir mystérieux

auquel on attribue des caprices comme s'il avait un rôle actif dans l'ordre du monde. Quel est donc le mode d'existence du hasard ? Intervient-il dans le cours des événements ? Beaucoup répondent « Souvent » certains disent « Jamais », parce que les uns et les autres emploient le même mot dans des sens très variés. Le souci de clarifier le langage pousse à remplacer une appréciation subjective par une définition objective. Mais celle-ci varie, hélas, avec les circonstances : le joueur, le policier, l'économiste, le statisticien, le biologiste, le physicien, le philosophe, le théologien, l'adaptent en fonction de leurs centres d'intérêt. S'ils n'explicitent pas leurs conventions, ils se heurtent généralement à l'incompréhension, voire à l'hostilité, des interlocuteurs qui raisonnent autrement.

Illustrons quelques-unes des différentes significations possibles du mot hasard par les variantes d'une petite histoire : Pierre rend visite à une tante dont la maison se situe au centre d'un port de mer. Il a très envie de voir une plage à marée basse. Que va-t-il faire ? Imaginons plusieurs dénouements :

1) Il consulte un horaire des marées et demande l'autorisation de sortir au moment de la marée basse en expliquant pourquoi. L'histoire se déroule dans un univers mécanisé qui évacue totalement le hasard : les séries causales qui déterminent les mouvements de la marée et ceux de Pierre sont liées.

2) Il demande à sa tante l'autorisation d'aller à la plage et constate que, grâce à un heureux effet du hasard, la mer s'est retirée ; mais cela ne l'étonne pas : il a regardé son horoscope dans le journal et a vu que c'était son jour de chance.

3) Il n'ose pas formuler sa demande, mais sa tante qui manque de pain le charge d'en acheter à la boulangerie de la plage : il y va et voit la marée basse par hasard. Car il n'existe aucune relation entre le mouvement de la lune qui détermine l'heure de la marée et la décision de la tante.

4) Pierre a le choix entre faire une promenade jusqu'à la plage et regarder le match France contre Pays de Galles à la télévision. S'il choisit la promenade, il n'est pas sûr de voir la marée basse, car il ne sait pas à quelle heure celle-ci aura lieu ; s'il choisit la télévision, il n'est pas sûr de la victoire de la France. Faute d'informations suffisantes, il se décide au hasard en utilisant implicitement ou explicitement un critère de choix en avenir incertain.

5) Pierre sait que le mouvement de l'océan est périodique mais, en l'absence d'informations sur son déroulement, il n'a aucune raison d'arriver à un moment de la période plutôt qu'à un autre. Il calcule la probabilité d'arriver à un moment favorable, compte tenu de la durée de la période et du temps passé à la plage¹. Il évalue la probabilité de la victoire de la France compte tenu des résultats des précédentes rencontres.

1. Elle est égale au rapport entre le temps t passé sur la plage et l'intervalle T entre deux marées basses successives. En effet, pour que Pierre voie la marée basse, il faut et il suffit que le moment où il arrive sur la plage précède le minimum d'une durée inférieure au temps qu'il y passe. Or, il peut arriver à n'importe quel moment de la période et, si tous ces moments sont équivalents, le rapport du nombre de cas favorables au nombre de cas possibles est égal à t/T .

Il utilise « les lois du hasard » pour maximiser l'espérance mathématique de sa satisfaction.

Comment le même mot peut-il s'utiliser avec des arrière-pensées aussi différentes ? Essayons de répondre à cette question et d'examiner les problèmes scientifiques, philosophiques et théologiques sous-jacents. En le mettant en parallèle avec *phusis*, la nature, ce qui agit en vertu d'une finalité, Aristote personnifie le hasard *automaton*, ce qui se produit en dehors de tout dessein humain ou divin et de tout ordre stable. Il ne nie pas l'existence d'accidents qui n'ont pas été voulus pour eux-mêmes, mais de façon indirecte. Parmi les événements accidentels il réserve la qualification de hasards à ceux qui se montrent favorables ou défavorables à quelque fin sans que cette fin ait été pour quelque chose dans sa production². Le hasard exprime l'état d'âme de celui qui s'attendait à rencontrer un certain type de causalité et qui, ne l'ayant pas trouvé, cherche à le remplacer par une causalité analogue. D'où la triple négation que la réflexion ultérieure décomposera en trois négations distinctes auxquelles correspondront les définitions constructives que nous allons chercher à préciser.

Le mot hasard apparaît dans la langue philosophique, puis dans le langage courant à l'époque de la Renaissance. Il dérive du mot *az-zahr* utilisé par les commentateurs arabes d'Aristote pour traduire le mot grec *automaton*, qui désigne dans l'œuvre de celui-ci la cause d'événements qui pourraient être intentionnels, mais qui ne le sont pas. Ainsi : « Le hasard (*to automaton*) existe lorsque la chose qui sert d'antécédent à l'effet est par elle-même en vain (*auto maten*) ». « Nous prononçons le mot en vain (*maten*) lorsqu'une certaine chose qui est en vue d'une autre n'amène pas ce en vue de quoi elle était » (*Physique*, chapitre VI). Aristote parle de la déesse Fortune quand l'événement semble produit par une cause intentionnelle. « Alors nous dirons que le résultat est un effet du hasard et nous appellerons effets de la fortune tous les effets du hasard qui figurent parmi les choses que l'on peut choisir et qui sont accomplis par des êtres capables de choix. Ainsi la chute d'une pierre n'a pas lieu en vue de frapper quelqu'un ; donc sous ce rapport la chute de la pierre vient du hasard, car si elle n'était pas un hasard la chute serait le fait de quelqu'un et provoquée en vue de frapper ». La pierre avait l'intention de se rendre à son lieu naturel et c'est par accident qu'elle a frappé quelqu'un. Le hasard et la fortune ne sont pas de véritables causes, mais des causes par accident d'événements imprévisibles.

Par la suite le mot a connu un grand succès et s'emploie dans des circonstances variées en s'éloignant de son sens primitif et nous ne nous en étonnerons pas car la définition initiale « cause d'événements qui pourraient être intentionnels, mais qui ne le sont pas » est à la fois hypothétique, subjective et négative, ce qui fait trois sources d'imprécision. On constate déjà une contamination du sens dans le choix du mot *az-zahr* qui désigne en arabe le jeu de dés, alors que celui-ci ne ressemble pas aux exemples donnés par le philosophe grec. Pour les musulmans, Allah, Dieu Tout-Puissant et omniprésent, est la cause universelle de tout ce qui se produit dans le monde, y compris la détermination de la face visible du dé. Les hommes de l'Antiquité gréco-latine,

2. Je remercie Francis Jacques de m'avoir aidé à préciser la notion de hasard chez Aristote.

eux, avaient une vision beaucoup moins fataliste des événements et pensent que le déroulement du jeu de dés, *alea* en latin, comporte une véritable indétermination. Ainsi, quand César entreprit la conquête de la Gaule, il était gouverneur du Nord de l'Italie (ou Gaule Cisalpine) et, à ce titre, il n'avait pas le droit de franchir la petite rivière appelée Rubicon, qui constituait la frontière entre sa province et l'Italie. Mais après sa victoire, il décide en l'an 50 avant J.-C. de marcher sur Rome avec son armée au mépris de la loi. En franchissant le Rubicon, il prononce les paroles célèbres : « *alea jacta est* ». Le dé est jeté. Il s'agissait évidemment d'une métaphore, car César, calculateur et ambitieux, n'est certainement pas entré dans l'illégalité à la suite d'une véritable partie de dés, dont le résultat aurait dicté son attitude. Il voulait manifestement dire que sa décision était « hasardeuse », qu'il ne savait pas ce qui en résulterait, mais qu'il risquait sa carrière de gouverneur pour acquérir un poste encore plus important à Rome. Il ne faisait pas de distinction entre l'avenir incertain de la politique et l'avenir aléatoire du jeu de dés car, pour lui comme pour ses contemporains, les dés choisissent eux-mêmes la face sur laquelle ils tombent.

Quand le mot hasard passe dans la langue courante au XVII^e siècle, il devient une notion intuitive, principe explicatif de toutes les incertitudes du monde, analogue à une cause première. Il surenchérit sur l'explication par les causes finales, base de la vision du monde proposée à l'époque dans les collèges des jésuites et les universités. Si des centres de décision autonomes régissent les mouvements de chaque individu, des hommes mais aussi des animaux, des plantes et même des objets matériels, l'incertitude et l'arbitraire s'introduisent partout. Les événements n'échappent pas toujours aux prévisions, mais trop souvent au gré des fondateurs de la physique moderne. Mersenne, Descartes et Pascal font au contraire un usage systématique des explications par les causes efficientes et donnent une description des processus acoustiques, optiques et hydrauliques qu'ils étudient grâce à des lois rigoureuses.

Le fonctionnement des pompes illustre bien la différence entre ces deux types d'explications. Lorsque le piston s'élève, il crée dans le corps de l'instrument un vide qui se remplit d'une eau en provenance d'une nappe située à un niveau inférieur. L'explication par les causes finales déclare que la nature a horreur du vide ; l'explication par les causes efficientes que le poids de la colonne d'eau compense la pression atmosphérique. Apparemment les deux explications décrivent le phénomène aussi bien l'une que l'autre dans les circonstances habituelles. L'une et l'autre rendent également compte d'une expérience semblable. Quand un tube débouche sur une cuve de mercure celui-ci monte dans le tube. Mais leur équivalence cesse quand la différence de niveau entre le haut et le bas de la colonne de liquide aspirée dépasse un certain seuil. La première explication suscite des questions. Pourquoi la nature cesserait-elle soudain d'avoir horreur du vide, et le laisserait-elle s'installer en haut de la pompe ou du baromètre ? Quand la hauteur de la colonne varie, serait-ce l'effet du hasard ? Mais si au contraire la colonne de mercure exerce une pression équivalente à celle de la colonne d'air qui domine l'expérimentateur, alors sa hauteur doit diminuer quand on s'élève dans le long d'une montagne. Grâce à l'expérience du Puy de Dôme qui lui donne raison, Pascal élimine l'explication par le hasard de la physique classique (mais il la retrouvera dans d'autres circonstances).

À coté de ses travaux de physique, Pascal a entrepris une réflexion sur l'homme et sur le caractère incertain de ses relations avec ses frères, avec le monde qui l'entoure et avec Dieu. En cherchant à comprendre la notion de hasard il inaugure des façons de raisonner qui seront reprises et développées par les chercheurs ultérieurs dans de nombreuses disciplines et se montre le précurseur des distinctions que les spécialistes actuels établissent entre les diverses conceptions du hasard. Nous distinguerons dans les propos de Pascal ceux qui s'opposent aux caprices de la nature, de ceux qui concernent les tirages au sort et de ceux qui s'appliquent aux décisions face à un avenir incertain.

I. LES ÉVÉNEMENTS MERVEILLEUX

1. Historique des définitions de ce type

L'auteur des *Pensées* y emploie parfois le mot hasard dans un sens assez voisin de son sens primitif pour souligner l'absence d'antécédents susceptibles d'expliquer les événements qu'il décrit, mais il n'en fait pas pour autant une personne invisible, comme ses contemporains qui voient des causes finales et donc des intentions partout. Même quand ses conséquences lui paraissent intentionnelles, Pascal le considère comme une illusion et refuse de le reconnaître comme une véritable cause : « Le mot de *Galilée* que la foule des juifs prononça comme par hasard en accusant Jésus-Christ devant Pilate³ donne sujet à Pilate d'envoyer Jésus-Christ à Hérode en quoi fut accompli le mystère qu'il devait être jugé par les juifs et les gentils. Le hasard en apparence fut la cause de l'accomplissement du mystère⁴ ». À plus forte raison disconvient-il de l'existence personnelle d'un hasard quand les prétendus effets de celui-ci lui paraissent des caprices contraires à la raison et cherche-t-il à en établir les véritables causes.

Pascal explique les comportements aberrants de ses concitoyens par la conception qu'il se fait de l'homme, dont toute la dignité réside dans la pensée, grâce à laquelle celui-ci domine l'univers : « L'homme n'est qu'un roseau, le plus faible de la nature, mais c'est un roseau pensant. Il ne faut pas que l'univers entier s'arme pour l'écraser ; une vapeur, une goutte d'eau suffit pour le tuer. Mais quand l'univers l'écraserait, l'homme serait encore plus noble que ce qui le tue puisqu'il sait qu'il meurt et l'avantage que l'univers a sur lui, l'univers n'en sait rien⁵ ». Mais la grandeur et la misère de l'homme sont inséparables. Les incertitudes de la conduite humaine résultent des insuffisances d'une raison corrompue par le péché originel. L'ignorance, la coutume et l'imagination sont les véritables causes des effets indûment attribués au hasard.

3. Le passage de l'Évangile auquel Pascal fait allusion est le suivant : « Mais ils insistaient en disant : "Il soulève le peuple en enseignant par toute la Judée à partir de la Galilée jusqu'ici". À ces mots, Pilate demanda s'il était Galiléen et, apprenant qu'il relevait de l'autorité d'Hérode, il le renvoya à ce dernier » (Lc 23,5-7).

4. *Pensées*, dans *Œuvres complètes*, éd. Le Guern, Paris, Gallimard (coll. « Bibliothèque de la Pléiade »), 1998, Frag. 475. Tous nos renvois aux *Pensées* seront à cette édition.

5. *Pensées*, 186.

Livré aux seules forces de sa raison, l'homme hésite entre différentes conclusions : « Hasard donne les pensées et hasard les ôte. Point d'art pour conserver ni pour acquérir⁶ », et choisit arbitrairement en se fiant souvent à l'opinion des autres. « Que de natures en celle de l'homme ! Que de vacations et par quel hasard ! Chacun prend d'ordinaire ce qu'il a ouï estimer⁷ ». En dehors de la religion chrétienne, il ne dispose d'aucun critère valable pour la connaissance de sa propre nature : « Le pyrrhonisme est le vrai car après tout les hommes avant Jésus-Christ ne savaient où ils en étaient ni s'ils étaient grands ou petits. Et ceux qui ont dit l'un ou l'autre n'en savaient rien et devinaient sans raison et par hasard. Et même ils erraient toujours en excluant l'un ou l'autre⁸ ».

La coutume, elle aussi, est une source d'incertitude et engendre des comportements sociaux imprévisibles. Elle influence, par exemple, le choix d'un métier : « [...] la chose la plus importante à toute la vie est le choix du métier, le hasard en dispose [...]. Car des pays sont tout de maçons, d'autres tout de soldats, etc. sans doute la nature n'est pas si uniforme ; c'est la coutume qui fait donc tout cela, car elle contraint la nature, et quelquefois la nature la surmonte et retient l'homme dans son instinct malgré toute coutume bonne ou mauvaise⁹ ». Elle est à l'origine des lois humaines. « Ils confessent que la justice n'est pas dans ces coutumes, mais qu'elle réside dans les lois naturelles communes en tout pays. Certainement ils la soutiendraient opiniâtement si la témérité du hasard qui a semé les lois humaines en avait rencontré au moins une qui soit universelle. Mais la plaisanterie est telle que le caprice des hommes s'est si bien diversifié qu'il n'y en a point [...]»¹⁰.

L'imagination s'apparente elle aussi au hasard par suite de l'empire qu'elle exerce sur nos pensées au mépris de la vérité : « Cette superbe puissance ennemie de la raison qui se plaît à la contrôler et à la dominer, pour montrer combien elle peut en toutes choses, a établi dans l'homme une seconde nature [...]. Que le prédicateur vienne à paraître, si la nature lui a donné une voix enrouée et un tour de visage bizarre, que son barbier l'ait mal rasé, si le hasard l'a encore barbouillé de surcroît, quelques grandes vérités qu'il annonce, je parie la perte de gravité de notre sénateur¹¹ ».

Pascal exclut ainsi les causes occultes de l'anthropologie comme il l'a fait à propos de « l'équilibre des liqueurs » en physique. Toutefois il reconnaît l'existence d'incertitudes dans la nature et en fait une analyse dont l'intérêt apparaîtra plus tard. Mersenne et Descartes ont une position plus radicale que lui et éliminent complètement le hasard au profit d'un mécanisme strict. Les philosophes postérieurs, Spinoza, Voltaire, Kant, Hume et les rationalistes y voient seulement « le nom que nous donnons à notre ignorance des véritables causes des événements ». Cependant, la résistance

6. *Pensées*, 473.

7. *Pensées*, 120.

8. *Pensées*, 585.

9. *Pensées*, 541.

10. *Pensées*, 56.

11. *Pensées*, 41.

du public à abandonner cette notion amène Bergson et Poirier à s'interroger sur son contenu.

Bergson précise qu'il s'agit du mécanisme quand il se comporte comme s'il avait une intention :

J'entends bien que vous ne faites pas du hasard une force agissante. Mais si c'était pour vous un pur néant, vous n'en parleriez pas. Vous tiendriez le mot pour inexistant, comme la chose. Or le mot existe, et vous en usez, et il représente pour vous quelque chose, comme d'ailleurs pour nous tous. Demandons-nous ce qu'il peut bien représenter. Une énorme tuile, arrachée par le vent, tombe et assomme un passant. Nous disons que c'est un hasard. Le dirions-nous, si la tuile s'était simplement brisée sur le sol ? [...] Ne pensez qu'au vent arrachant la tuile, à la tuile tombant sur le trottoir, au choc de la tuile contre le sol : vous ne voyez plus que du mécanisme, le hasard s'évanouit. Pour qu'il intervienne, il faut que, l'effet ayant une signification humaine, cette signification rejaillisse sur la cause et la colore, pour ainsi dire, d'humanité. Le hasard est donc le mécanisme se comportant comme s'il avait une intention¹².

Poirier généralise la notion d'apparence intentionnelle par celle de causalité imprévue. Dans ses *Remarques sur la probabilité des inductions*, celui-ci analyse certaines de ces définitions :

Prenons d'abord le mot dans son usage subjectif. Nous disons tout d'abord qu'il y a hasard quand un fait, attribué normalement à une cause d'un type déterminé, résulte en réalité d'une cause d'un autre type ; le hasard est une causalité imprévue, comme le désordre n'est, suivant M. Bergson, qu'un ordre inattendu. Le fait lui-même peut être soit un phénomène individuel, soit une relation, soit une covariation. C'est ainsi qu'il y a hasard lorsque des agents mécaniques déterminent un fait d'apparence intentionnelle : des pierres qui paraissent polies par une main humaine le sont en réalité par des actions physiques, un bloc posé comme un chapiteau sur une colonne d'argile n'est en réalité qu'une cheminée de fées, œuvre de l'érosion. Il suffit même parfois que les faits observés ressemblent à des faits intentionnels ; c'est par hasard qu'un nuage figure dans le ciel une tête humaine. En ce sens nous pourrions presque dire qu'il y a hasard chaque fois que la nature imite l'art¹³.

Lorsque nous vivons en sympathie avec le monde qui nous entoure, nous introduisons dans le langage subjectif des notions plus ou moins bien définies, telles que la veine ou la déveine, la fatalité, la fortune, la chance ou la malchance, le sort, le destin ou la destinée, au centre desquelles le mot hasard occupe une place prépondérante. Ainsi la définition du hasard comme cause occulte s'impose à nous quand l'explication des événements au moyen de leurs causes apparentes ne rend pas compte de leur sens. Même si nous leur attribuons une cause efficiente et une cause finale, nous ne pouvons établir de relation entre le pourquoi et le comment. Pour cela nous avons besoin d'un pouvoir mystérieux auquel nous attribuons implicitement un projet qui entre en concurrence avec la cause finale et une capacité d'initiative qui lui permet de se substituer à la cause efficiente. L'assimilation du hasard à une personne invisible qui s'impose aux lois habituelles de la nature nous propulse dans une sorte d'univers magique.

12. Henri BERGSON, *Les deux sources de la morale et de la religion*, Paris, PUF, 1967, p. 154-155.

13. René POIRIER, *Remarques sur la probabilité des inductions*, thèse de doctorat, Paris, Vrin, 1931, 226 p.

2. La personnification du hasard

Dans la vie courante leur caractère abusif saute aux yeux. Comme les enquêteurs d'un roman policier qui ne voient pas *a priori* de lien logique entre le pourquoi et le comment des événements et que le hasard met sur la voie de la solution en leur fournissant des indices inattendus, beaucoup de nos contemporains invoquent le hasard pour interpréter les événements qui les touchent et en découvrir le sens caché. Ce faisant ils reviennent implicitement aux religions païennes et à la mythologie de nos ancêtres.

Le hasard a joué un rôle important dans la religion et la poésie de l'Antiquité. Il est personnifié par diverses divinités puissantes mais aveugles. Chez les Grecs *tyche*, que les Latins ont identifié avec *Fortuna*, la fortune, et *moira* que les Latins ont identifiée avec *Fatum*, le destin. La fortune distribue ses faveurs aux mortels de façon arbitraire. Le destin impose ses volontés aux autres dieux et manipule les hommes dans de nombreux récits légendaires. Lorsqu'Œdipe rencontre Laïos et le tue par hasard, il n'a nullement l'intention d'égorger son père. Au contraire il fuit Corinthe, où vivent ceux qu'il prend pour ses parents, afin d'échapper au sort que l'oracle lui a prédit. Lorsqu'il répond au Sphinx et sauve Thèbes par hasard, il n'a nullement l'intention d'épouser sa mère. Cependant, de hasard en hasard, il accomplit malgré lui le destin que les dieux lui ont assigné. Le hasard apparaît ici comme la manifestation de la volonté divine. Lorsque Polycrate jette un anneau précieux dans la mer pour prévenir la jalousie des dieux, il le retrouve par hasard quelques jours après dans le ventre d'un poisson que lui apporte un pêcheur.

Des croyances analogues survivent encore de nos jours. Beaucoup de personnes cherchent à leur donner une apparence scientifique pour paraître modernes. Elles ne se disent pas explicitement nées sous une bonne ou une mauvaise étoile, mais croient au pouvoir des astres et consultent leur horoscope pour savoir ce qui leur arrivera. Quand les événements leurs sont défavorables elles se résignent au mauvais sort en disant : « C'était écrit ». Beaucoup de joueurs comptent faire fortune grâce à la réalisation d'événements futurs incertains qui doivent se produire au hasard. En cas de malheur, ils accusent la « malchance » et cherchent à faire « tourner la chance » au moyen de pratiques superstitieuses qui doivent leur « porter bonheur ». Même la glorieuse incertitude du sport n'échappe pas à de telles pratiques et l'on a vu des supporters d'une équipe de football qui comptaient moins sur la force de leurs joueurs que sur leurs grigris et l'envoûtement de leurs adversaires. Mais l'influence de la notion subjective de hasard ne se limite pas à l'interprétation des événements de la vie quotidienne. Elle s'étend aussi au jugement que nous portons sur le monde qui nous entoure et son histoire depuis ses origines jusqu'à nos jours.

3. Les obstacles rencontrés par ce type de définition

Quand on attribue l'existence du monde, l'évolution biologique, l'histoire de l'humanité et tout ce qui nous surprend quotidiennement, au hasard ou à un de ses équivalents, celui-ci se substitue au Dieu Créateur et Providence, ou en devient une mani-

festation. On oscille entre une croyance à des idoles, causes occultes d'effets merveilleux, et une théodicée qui confond l'omnipotence de Dieu avec une omniprésence.

3.1. *Causes occultes et séries causales*

Nous éviterons de passer d'une description anarchique de l'univers à la vision totalitaire d'un monde totalement mécanisé dans la mesure où ces deux positions extrêmes ont les mêmes inconvénients. Ni l'une ni l'autre ne permettent la présence d'êtres capables de coordonner leur activité en vue d'une fin librement choisie par eux, ni d'événements capables de manifester sans ambiguïté l'authenticité d'un message divin. Le déterminisme, invoqué au XVII^e siècle pour permettre la liberté et le miracle, se voit paradoxalement invoqué de nos jours pour les nier. Au lieu de rester une méthode scientifique il est devenu une idéologie qui prétend décrire la totalité du cosmos comme une immense série causale sans bornes.

À la notion de cause occulte s'oppose maintenant la notion de série causale devenue prépondérante dans la science moderne, car elle permet de faire des prévisions, de prendre des décisions et de procéder à des vérifications expérimentales. Elle désigne une succession d'événements qui s'enchaînent mécaniquement les uns à la suite des autres de façon inéluctable, « toutes choses étant égales par ailleurs », entre un instant initial et un instant final. Par exemple une boule de pétanque constitue une série causale quand elle roule ou quand elle reste immobile mais, si elle heurte d'autres boules, le système n'est plus « toutes choses étant égales par ailleurs ». Quand un joueur fait un « carreau » sur la boule d'un adversaire, les séries causales antérieures sont le jet de sa boule et l'immobilité de la boule adverse, les séries causales postérieures sont l'arrêt de sa boule et la mise en mouvement de l'objectif. La théorie des chocs permet au scientifique de relier l'avant et l'après et d'extrapoler les mouvements dans le futur et dans le passé.

Le philosophe remarque que, si le joueur a pour objectif la réalisation de la seconde série causale, la cause efficiente de celle-ci, le carreau, est la cause finale de la première. Ainsi l'existence de séries causales, qui obéissent au déterminisme et excluent l'action de causes occultes entre leurs bornes, n'interdit pas la présence, à leurs extrémités, d'activités intentionnelles. Notre description du monde peut se passer de l'action du hasard et laisser le champ libre à celle de Dieu ou de l'homme. Saurons-nous faire une place au miracle et à la liberté entre le déterminisme et les causes occultes ?

3.2. *Événements merveilleux et miracles*

Le caractère imprévisible du miracle nous pose un problème de discernement. La raison humaine, même aidée par la science, même aidée par la philosophie, échoue devant une question embarrassante : « Si Dieu intervient de temps en temps dans le monde pour satisfaire les prières de ses fidèles, pourquoi ne le ferait-il pas quand des intérêts collectifs importants entrent en jeu ? » En l'absence de justification satisfaisante d'un comportement intermédiaire, on est tenté d'attribuer à Dieu une attitude extrême, s'occuper de tout ou ne s'occuper de rien. Pour les théologiens du début du XVII^e siècle, gonflé par une avalanche d'événements merveilleux, le miracle envahit

tout. Au début du XXI^e, après s'être débarrassé des faux miracles, les théologiens à la mode nient même la possibilité des vrais.

L'absence d'esprit critique vis-à-vis des prodiges se traduit en particulier par une définition absurde du miracle en tant que « phénomène contraire aux lois de la nature », comme si nous n'avions pas l'habitude de changer la formulation de celles-ci quand nous constatons des faits qui s'opposent aux conclusions que nous en tirons. Les lois de la nature auraient-elles une existence nécessaire qui s'imposerait aux créatures contingentes ? S'imposeraient-elles quand le Christ réalise un supplément de création, comme aux noces de Cana ou lors de la multiplication des pains ? Elles décrivent seulement l'ordre que Dieu a mis dans le monde et que l'homme ne peut modifier, mais dont il peut généralement se servir pour arriver à ses fins. Le miracle fait intervenir celles que les hommes sont incapables de mettre en œuvre parce que Dieu s'en réserve l'usage pour signifier sa présence agissante.

Comme le dit Pascal : « C'est un effet qui excède la force naturelle des moyens qu'on y emploie. Et non-miracle est un effet qui n'excède pas la force naturelle des moyens qu'on y emploie. Ainsi ceux qui guérissent par l'invocation du Diable ne font pas un miracle, car cela n'excède pas la force naturelle du Diable¹⁴ ». Les esprits superstitieux, qui croient à l'existence de puissances occultes détentrices de pouvoirs surnaturels, interprètent sans preuves les phénomènes imprévisibles comme des manifestations de ces pouvoirs. Les esprits sceptiques qui ne croient ni en Dieu ni au Diable ont inventé une catégorie d'hommes exceptionnels, les thaumaturges, qui jouiraient de ces pouvoirs mystérieux et opéreraient des guérisons inexplicables. Cette thèse doit son succès à l'existence de charlatans qui obtiennent des résultats surprenants par la persuasion ou la prestidigitation et les utilisent pour leur propre glorification. Mais les hommes dont Dieu authentifie l'action de façon spectaculaire ont toujours l'humilité de les lui attribuer.

Si rien ne s'oppose logiquement aux interventions de Dieu dans sa création, on peut essayer de répondre à la question posée en se demandant pourquoi il intervient. Une absence totale de miracles porterait atteinte à la dignité de l'homme, dans la mesure où elle l'obligerait à croire sans motif de crédibilité. En effet, Dieu nous a révélé des vérités que nous n'aurions pas découvertes par notre réflexion, mais qui nous apparaissent à première vue comme des scandales ou des folies. Il ne s'attend pas à ce que nous adhérions à ces mystères si nous n'avons aucun moyen rationnel de les distinguer de n'importe quelle affirmation arbitraire. Nous aurions à faire un effort intellectuel au-dessus de nos forces. Il nous accorde donc des signes qui nous permettent de croire sans déchirement, bien que nous aurions eu plus de mérite si nous avions cru sans avoir vu et si nous n'avions demandé aucune preuve. Toutefois, comme il respecte à la fois notre dignité et notre liberté, il ne contraint pas notre intelligence à s'incliner, bon gré mal gré, devant des preuves indiscutables. Il nous donne des signes proportionnés à notre capacité et nous laisse toujours un petit bout de chemin à parcourir.

14. *Pensées*, 702.

Le miracle se présente à nous comme un message porteur de sens, que nous attribuons à Dieu parce qu'il se distingue de toutes les entreprises humaines et de tous les phénomènes habituels de la nature. Nous le rencontrerons au milieu de tous les événements merveilleux qui se produisent à l'issue d'une série causale exceptionnelle. Mais tous les prodiges ne sont pas des miracles. Les événements surprenants que l'on a tendance à attribuer au hasard se distinguent mal des véritables interventions par lesquelles Dieu se révèle à nous. Nous devons faire un effort de discernement. Quand tout est miracle, plus rien ne l'est. L'Église observe la plus grande prudence avant de reconnaître comme miracles des faits étranges et des guérisons inexplicables par les procédés habituels de la médecine. La reconnaissance intervient seulement quand les faits se sont produits dans des circonstances qui leur donnent une signification religieuse indiscutable.

Le caractère spectaculaire du vrai miracle n'empêche pas des interventions discrètes de Dieu en faveur d'un fidèle qui s'en remet à sa bienveillance. Aussi certains croyants sincères attribuent-ils à la Providence tout ce qui leur arrive de favorable. Bien sûr celle-ci ne bouscule pas l'ordre du monde pour se mettre à leur service, mais ils préfèrent faire preuve de naïveté plutôt que d'attribuer au hasard la moindre petite faveur. Quand Jésus dit à Nathanaël : « Alors que tu étais sous le figuier je t'ai vu. » Le message a un sens tout à fait convaincant pour celui-ci, mais non pour quelqu'un d'autre. C'est pourquoi Jésus ajoute : « Tu verras des choses bien plus grandes. »

Un événement prend une valeur apologétique quand sa réalisation suppose le choix parmi beaucoup d'autres et la mise en œuvre d'une série causale particulière, grâce à un savoir et à un pouvoir que les acteurs ne possèdent certainement pas (bien qu'avec un peu d'imagination on puisse toujours rendre compte de n'importe quel phénomène). La traversée du Jourdain par Josué, décrite par la Bible comme un événement qui témoigne d'une intervention spéciale de Dieu dans le cours de l'histoire, donne une caution céleste au chef des Hébreux, car elle survient dans un contexte religieux, et paraît tout à fait disproportionnée avec les moyens mis en œuvre. Le récit précise clairement l'intérêt pour les Juifs de voir se tarir le fleuve, mais ne fournit aucune explication du phénomène. Si l'on attribue celui-ci à une obstruction momentanée de la vallée par un éboulement des falaises qui l'enserrent, comme il s'en produit une fois par millénaire, on a bien une explication par un effet du hasard. Mais l'on a seulement déplacé le miracle qui devient alors l'annonce préalable par Josué du passage du fleuve à pied sec par les Hébreux. Comment celui-ci aurait-il su qu'un éboulement se produirait loin de là au moment opportun ?

3.3. Caprice et liberté

La notion de liberté pose un problème quand on songe à la faiblesse de l'homme : « Comment une créature contingente pourrait-elle s'opposer à la volonté du Tout-Puissant ? » On rencontre cet état d'esprit dans de nombreux passages de l'Ancien Testament qui ne laissent aucune initiative à la liberté humaine. La Bible attribue à Dieu la responsabilité de tout ce qui se passe sur la terre, en bien comme en mal, quand elle nous dépeint les rois païens comme des instruments entre les mains du

Seigneur ou nous affirme que le Seigneur endurecit le cœur du Pharaon. On trouve également cette mentalité dans les propos fatalistes de certains musulmans dont tous les projets sont au conditionnel, *inch allah*. On arrive au même résultat chez les déistes qui voient le créateur comme un spectateur pleinement satisfait par le fonctionnement du mécanisme qu'il a créé, ou chez les rationalistes pour qui le monde, entièrement déterminé, se suffit à lui-même.

Pourquoi n'admettrait-on pas une relation plus équilibrée entre le Tout-Puissant et ses créatures, entre la sollicitude oppressive et l'indifférence. Grâce à une sorte de retrait, Dieu laisserait une place à la liberté de l'homme, pour que celui-ci domine et cultive la création, pour qu'il la rende meilleure. Mais ne témoignerions-nous pas d'une vanité ridicule en prétendant faire mieux que Dieu lui-même ? Dieu n'a-t-il pas déclaré que son ouvrage était bon ? Oui mais il ne l'a pas voulu parfait, « le meilleur des mondes possibles ». Aussi pensons-nous parfois que certaines habitudes de la nature nous contrarient et que nous préférerions les voir changer. Dieu ne s'en indigné pas et même il nous approuve quand nous le désirons pour le bien-être de nos frères. L'imperfection de la nature est alors l'occasion pour nous d'un effort charitable. Nous cherchons la mise au point de remèdes contre la maladie. Nous exprimons notre adoration par des réalisations artistiques.

Mais il ne faut pas confondre la liberté avec le caprice. Pascal nous a montré jusqu'à quel point celle-ci souffrait de l'ignorance, l'imagination et la coutume. L'homme n'a ni le pouvoir, ni le droit, de faire n'importe quoi parce qu'il est responsable. Au lieu de se laisser guider par ses passions, il peut et il doit choisir parmi les séries causales qui lui sont proposées celles qui rendent le monde meilleur.

La liberté s'oppose aux caprices de l'homme, mais aussi à ceux de la nature puisque celui-ci ne maîtriserait plus les conséquences de ses actes si la multiplication des forces occultes empêchait le bon fonctionnement de l'ordre naturel des choses. Les résultats de ses décisions doivent correspondre à ses intentions. Nous pouvons faire des projets quand nous faisons confiance à nos prévisions concernant les phénomènes à venir. Si au contraire ceux-ci nous paraissent imprévisibles, nous prenons nos précautions. Nous pouvons alors éviter de prendre certaines décisions. Quand nous supposons que le déroulement des séries causales considérées ne conduit pas à n'importe quel événement, mais en exclut certaines, nous ouvrons la porte aux vérifications expérimentales. En effet, si nous observons l'apparition d'une éventualité interdite, nous rejetterons notre hypothèse de travail. Aussi opposerons-nous à une conception du hasard, qui en fait une irruption permanente de l'arbitraire dans la nature, une autre définition qui permet une réflexion scientifique et nous donne la possibilité de faire des prévisions, de prendre des décisions et de procéder à des vérifications expérimentales malgré les plages d'incertitude qui s'y rencontrent.

II. LES ÉVÉNEMENTS ALÉATOIRES

1. Historique des définitions de ce type

Bien qu'il ait repoussé la notion intuitive de hasard, Pascal a entrepris une réflexion scientifique pour rendre compte des événements imprévus qui paraissent troubler l'ordre du monde, tels que les jeux de hasard. Il se rend célèbre dans le milieu de riches désœuvrés, que l'on appelle à son époque les libertins et qui passent le plus clair de leur temps à jouer, en leur indiquant la règle la plus équitable pour répartir les enjeux quand on interrompt le cours d'une partie. Le jeu en vogue consistait à lancer en l'air une pièce de monnaie qui retombait sur « croix » ou « pile ». On recommençait un nombre de fois fixé à l'avance, sans doute très élevé puisqu'il arrivait qu'on ne puisse pas terminer la partie. Les joueurs versaient une mise au début du jeu et celui qui avait obtenu le plus de croix (ou de pile) à la fin gagnait la totalité des enjeux. Si l'on interrompt la partie avant la fin, alors que l'un des joueurs a réalisé plus de croix que l'autre, il serait injuste que les joueurs reprennent leurs enjeux sans tenir compte de l'avance réalisée, mais il serait aussi injuste que celui qui a l'avantage gagne tout comme si la partie avait été achevée, puisque son adversaire aurait pu gagner quand même. Il était donc habituel de faire un « parti », c'est-à-dire une répartition inégale des enjeux versés. Mais l'on ne disposait pas d'une règle reconnue comme équitable pour les proportions à respecter.

Dans une adresse à l'Académie Parisienne (1654), Pascal annonce la parution d'un traité s'occupant de :

La répartition du hasard entre les jeux qui lui sont soumis, ce qu'on appelle en français faire les partis des jeux ; la fortune incertaine y est si bien maîtrisée par l'équité du calcul qu'à chacun des joueurs on assigne exactement ce qui s'accorde avec la justice. Et c'est là certes qu'il faut d'autant plus chercher par le raisonnement qu'il est moins possible d'être renseigné par l'expérience. En effet les résultats du sort ambigu sont justement attribués à la contingence fortuite plutôt qu'à la nécessité naturelle. C'est pourquoi la raison a erré, incertaine jusqu'à ce jour mais maintenant, demeurée rebelle à l'expérience, elle n'a pu échapper à l'emprise de la raison, et grâce à la géométrie nous l'avons réduite avec tant de sûreté à un art exact qu'elle participe de sa certitude et progresse audacieusement. Ainsi joignant les rigueurs de la démonstration de la science à l'incertitude du hasard et combinant ces deux choses en apparence contraires elle peut, tirant son nom des deux s'arroger à bon droit ce titre stupéfiant *aleae Geometria*¹⁵.

On n'a malheureusement pas le texte de ce traité, mais on peut s'en faire une idée d'après le texte de Pascal où celui-ci utilise les propriétés du triangle arithmétique pour calculer les partis lors d'une interruption d'une partie de pile ou face dont le vainqueur est celui qui amène le plus de faces en un nombre donné de coups. Pour cela il pose les principes suivants :

[...] le premier principe qui fait connaître de quelle façon doit se faire le parti est celui-ci : Si l'un des joueurs se trouve en telle condition que, quoiqu'il arrive, une certaine somme doit lui appartenir en cas de perte ou de gain sans que le hasard la lui puisse ôter, il n'en

15. Blaise PASCAL, *Œuvres complètes*, éd. Lafuma, Paris, Seuil, 1963, p. 102.

doit faire aucun parti, mais la prendre entière comme assurée parce que le parti devant être proportionné au hasard, puisqu'il n'y a nul hasard de perdre, il doit tout retenir sans parti [...].

Le second est celui-ci : Si deux joueurs se trouvent en telle condition que, si l'un gagne, il lui appartiendra une certaine somme et s'il perd elle appartiendra à l'autre, si le jeu est de pur hasard et qu'il y ait autant de hasard pour l'un que pour l'autre et par conséquent non plus de raison de gagner pour l'un que pour l'autre. S'ils veulent se séparer sans jouer et prendre ce qui leur appartient légitimement, le parti est qu'ils séparent la somme qui est au hasard par la moitié et que chacun d'eux prenne la sienne.

Ces principes indiquent ce qui revient en toute équité aux joueurs quand il n'y a plus qu'un seul tour à jouer. À partir là Pascal calcule de proche en proche, en se ramenant au cas précédent, ce qui revient à un joueur qui se trouve dans une position plus favorable et répartit les enjeux en fonction des éventualités de perte ou de gain données par le triangle arithmétique. La méthode utilisée par Pascal se généralise aisément à d'autres jeux, les jeux de dés qui sont à l'origine du mot hasard, les différents systèmes de tirage au sort basés sur un choix aveugle comme celui d'une boule dans une urne ou d'une carte à l'intérieur d'un paquet.

2. Définition moderne du hasard aléatoire

La méthode de Pascal, perfectionnée par Bayes et Kolmogorof, est devenue la base du calcul des probabilités qui a trouvé de nombreuses applications pratiques, comme les loteries et les assurances, et théoriques par exemple en biologie et en physique. Nous résumerons la théorie des probabilités en disant qu'un événement aléatoire est pris au hasard dans un ensemble connu d'événements possibles s'il se produit à la suite d'un processus répétitif, qui peut désigner n'importe quel élément de l'ensemble et ne désigne pas toujours le même, et si l'on peut définir une probabilité satisfaisant à l'axiomatique de Kolmogorov. Pour cela :

On appelle espace probabilisable le couple (Ω, θ) où θ constitue une tribu¹⁶ de parties de Ω .

On appelle probabilité sur (Ω, θ) (ou loi de probabilité) une application P de θ dans $[0,1]$ telle que :

$$P(\Omega) = 1$$

Pour tout ensemble dénombrable d'événements incompatibles¹⁷ A_i

$$\text{on a } P(\cup A_i) = \sum P(A_i)$$

On appelle espace probabilisé le triplet (Ω, θ, P) .

Le mathématicien anglais Thomas Bayes (1702-1761) se pose le problème de la remontée des effets vers les causes et pour cela il définit la notion de probabilité condi-

16. C'est-à-dire une famille contenant Ω et telle que 1) si A lui appartient son complémentaire lui appartient aussi, 2) pour tout ensemble fini ou dénombrable d'éléments de la famille leur réunion est un élément de la famille.

17. On dit que A et B sont incompatibles si $A \cap B = \emptyset$.

tionnelle de l'événement A sachant qu'un événement B est réalisé¹⁸, ainsi que l'indépendance de deux événements¹⁹. Il énonce son célèbre théorème sur la probabilité des causes²⁰.

Cette définition des probabilités, et donc du hasard aléatoire, est très restrictive car elle suppose :

- 1) que l'on se trouve en présence de plusieurs événements différents mais cependant comparables en raison des circonstances qui les ont provoqués ;
- 2) que l'on ait des raisons valables pour affecter des probabilités aux événements. Celles-ci peuvent être de nature psychologique ou de nature logique. Par exemple, si les éléments sont en nombre fini n et si l'on n'a aucune raison de privilégier l'un par rapport à l'autre, on admet l'égalité de leurs probabilités. Comme leur somme vaut 1, chacune d'elle vaut $1/n$.

Bien que l'on ne puisse prévoir un événement aléatoire isolé, on peut énoncer des prévisions relatives à un ensemble d'épreuves si leur déclenchement s'apparente à un jeu de hasard (que l'on appelle son modèle) et calculer les variables aléatoires attachées à différents types de processus. Dans les processus déterminés par la donnée d'un nombre croissant de variables aléatoires indépendantes ou par un nombre croissant de tirages indépendants de la même variable aléatoire, la fréquence des apparitions d'une même valeur tend vers sa probabilité et les grandeurs caractéristiques du processus, telles que la moyenne ou l'écart type, ont des limites prévisibles. Ces propriétés sont dites lois des grands nombres.

La prédiction des grandeurs attachées à un phénomène dont on en connaît le modèle permet une comparaison avec les mesures et les dénombrements effectués sur les résultats expérimentaux. Au chercheur de décider si, compte tenu des écarts entre la théorie et la pratique, le modèle lui paraît ou non acceptable. Pour tester l'hypothèse qu'un phénomène s'explique par un modèle, on se fixe une règle qui donne la conclusion en fonction des résultats expérimentaux. L'on peut se tromper de deux façons différentes : le risque de première espèce consiste à refuser l'hypothèse quand celle-ci est vraie, le risque de seconde espèce consiste à accepter l'hypothèse quand celle-ci est fausse. Les probabilités de ces deux risques varient en sens contraire quand on fait varier la règle.

Il arrive que la valeur d'une grandeur dépende à la fois d'un tirage au sort et de notre décision. Par exemple, si l'on prend un billet de loterie, on perd le prix du billet ou l'on gagne un lot selon le résultat du tirage au sort ; si l'on ne le prend pas, on ne

$$18. P(A/B) = \frac{P(A \cap B)}{P(B)}$$

$$19. \begin{array}{l} A \text{ est indépendant de } B \\ \text{si} \quad P(A/B) = P(A) \\ \text{Alors} \quad P(B/A) = P(B) \\ \text{Et} \quad P(A \cap B) = P(A) P(B) \end{array}$$

$$20. P(A/B) = \frac{P(B/A) P(A)}{P(B)} \quad P(A_i/B) = \frac{P(B/A_i) P(A_i)}{\sum_k P(B/A_i) P(A_i)}$$

perd ni ne gagne rien quel que soit le résultat du tirage. Pour chaque décision, on peut calculer l'espérance du gain qui est la somme des produits du gain (ou de la perte) pour chacun des résultats du tirage par la probabilité de ce tirage donc de ce gain (ou de cette perte). Lorsqu'un décideur rencontre souvent des situations qui lui permettent de faire ces calculs, la sagesse lui conseille de choisir chaque fois la décision qui maximise son espérance, car cette stratégie sera certainement gagnante à la longue (c'est elle qui rend bénéficiaires les compagnies d'assurances). Mais le joueur change de politique s'il pense qu'il ne se trouve pas en présence d'un véritable tirage au sort, soit parce qu'il joue avec un tricheur, soit parce qu'il ne jouera qu'une fois.

Il arrive que l'on fasse appel à cette définition du hasard, même si l'on s'attend à ce que les causes efficientes déterminent rigoureusement les effets, parce que l'on ne connaît pas de modèle aléatoire capable d'expliquer les événements. On imagine alors un ou plusieurs tirages au sort quand on constate l'apparition d'une marge d'erreur ou d'incertitude dans les résultats obtenus à partir de conditions initiales identiques. À partir de cette hypothèse, le calcul des probabilités étudie les événements qui se produisent en cas de répétition du processus, décrit leur répartition entre les différentes éventualités possibles, et calcule les grandeurs que l'on peut définir à partir d'un ensemble de réalisations. Quand celui-ci est grand, les lois des grands nombres permettent de prévoir que leurs valeurs resteront comprises à l'intérieur d'une fourchette réduite. De sorte que l'on peut procéder à une vérification expérimentale des hypothèses et constater si celles-ci donnent satisfaction.

3. Exemples d'explications par des modèles aléatoires

Dans de très nombreux domaines de la physique moderne, les vérifications statistiques permettent d'affirmer que les phénomènes observés s'expliquent bien au moyen de modèles aléatoires parce que l'on trouve des résultats différents quand on procède à plusieurs mesures de la même grandeur. Au contraire la physique classique décrit un ordre du monde qui régit dans les moindres détails tout ce qui s'y produit. Aussi cherche-t-elle à rendre compte des phénomènes qui semblent aléatoires au moyen d'un mécanisme caché. Elle traite ainsi de nombreux exemples d'équilibres instables. Par exemple, une balance reste immobile tant que les forces qu'elle subit se compensent, mais elle tombe d'un côté ou de l'autre au moindre choc. Quand celui-ci échappe à notre connaissance, parce qu'infinitésimal, nous pouvons admettre indifféremment que le choix se fait au hasard ou mécaniquement sous l'influence d'une variable cachée. Si les mesures de phénomènes définis de façon strictement déterministe diffèrent peu des résultats prévus par le calcul, on admet généralement que la grandeur possède une valeur exacte estimée par la valeur moyenne des mesures avec une erreur dont on peut réduire la valeur probable en augmentant le nombre des observations. Le modèle sous-jacent est celui-ci : la valeur observée est égale à la valeur exacte plus un écart qui obéit à une loi de Laplace-Gauss grâce au cumul d'un grand nombre de perturbations infinitésimales. Ainsi, un obus rencontre un très grand nombre de molécules d'air sur sa trajectoire et chacun de ces chocs le dévie très peu. Dans ce genre

de modèle, très fréquent en mécanique classique, il ne semble pas y avoir d'incompatibilité entre le hasard aléatoire et le déterminisme.

Le calcul des probabilités parvient aussi à rendre compte d'événements qui semblent parfaitement déterminés à l'échelle macroscopique au moyen d'un modèle aléatoire à l'échelle microscopique. En effet, quand un modèle aléatoire fait intervenir un nombre croissant de variables de taille décroissante, comme dans la théorie cinétique des gaz, la loi des grands nombres fait converger toutes les grandeurs caractéristiques du phénomène vers des nombres certains, de sorte qu'à la limite tout se passe comme si le processus était entièrement déterminé. Aussi la physique statistique se propose-t-elle la description de n'importe quelle série causale certaine comme limite d'un nombre infiniment grand de petites interventions aléatoires, ce qui lui permet une prévision parfaite des phénomènes macrophysiques tout en laissant le hasard gouverner les phénomènes microphysiques dont ils dépendent.

La mécanique quantique, au contraire, introduit un hasard qui ne s'explique pas au moyen de paramètres cachés. On y admet que la mesure d'une grandeur ne prend qu'un nombre fini ou dénombrable de valeurs ou d'états, avec une probabilité qui dépend d'une fonction d'onde appropriée. Cette probabilité sans support physique s'explique-t-elle au moyen de variables à valeurs déterminées, mais actuellement inconnues de l'expérimentateur ? Lorsque les grandeurs étudiées ne peuvent prendre que les valeurs $+1$ et -1 , comme par exemple les spins d'un couple de photons, il ne sert à rien de multiplier les paramètres cachés à l'extérieur de la série causale. C'est comme si un joueur agitait indéfiniment le cornet servant à lancer les dés pour avoir un tirage favorable. En effet la description de l'expérience est caractérisée par un ensemble fini et même petit d'événements possibles dont les probabilités déterminent parfaitement le phénomène. Ainsi, quelle que soit l'explication de l'expérience d'Aspect au moyen de paramètres cachés que l'on puisse imaginer, les covariances entre les spins des photons devront toujours satisfaire à certaines inégalités, dites « inégalités de Bell ». Or les résultats de l'expérience d'Aspect sont conformes aux prévisions déduites des équations de la mécanique quantique, et ne vérifient pas les inégalités de Bell. On doit donc admettre que les équations de la mécanique quantique sont le domaine par excellence de l'indéterminisme.

En biologie, on rencontre aussi de plus en plus fréquemment des phénomènes qui s'expliquent au moyen de modèles aléatoires. Les lois de Mendel sur la transmission des caractères héréditaires en sont un exemple frappant. Mendel a constaté en 1865 que certains caractères morphologiques des pois de senteur se transmettent de génération en génération sous deux formes, A et a , et que certains individus qui ont l'apparence A peuvent avoir des descendants a . Il en conclut que ceux-ci possèdent les deux caractères, mais que le caractère A cache le caractère a et il cherche à les croiser entre eux, avec des A purs et des a purs. Il vérifie statistiquement que tout se passe comme si les caractères faisaient l'objet d'un tirage à pile ou face pour chacun des deux parents. Les contemporains de Mendel n'ont pas admis que l'on puisse tirer au sort des caractères abstraits. Quand les lois de Mendel ont été retrouvées en 1900, les biologistes ont persévéré dans leur scepticisme jusqu'à ce qu'ils constatent en 1908 que les gamètes paternels et maternels contiennent un seul des deux éléments de chaque paire

de chromosomes appariés et que le sexe d'un individu dépend de ses chromosomes. Ils disposaient alors du support physique grâce auquel se transmettaient au hasard les caractères héréditaires²¹. Quand on a localisé ceux-ci sur les chromosomes grâce à l'analyse statistique des *crossing-over* et découvert des anomalies d'origine génétique consécutives à une mutation, le modèle s'est compliqué mais n'en reste pas moins le modèle de base des théories de l'hérédité et de la génétique des populations qui sont très bien vérifiées expérimentalement.

On a parfois quelques complications. Par exemple pour la détermination du sexe chez les humains. Si le spermatozoïde paternel contient un chromosome X il engendre une fille, s'il contient un chromosome Y il engendre un garçon. Les spermatozoïdes contiennent aussi souvent des X que des Y et l'on devrait avoir autant de garçons que de filles. Or le rapport du nombre de garçons au nombre de filles, au lieu d'être sensiblement égal à 1 conformément à la loi des grands nombres, dépasse en général cette valeur et parfois même de façon importante. (Ce nombre qui est habituellement égal à 1,05 est monté à 1,075 en 1918 et à 1,07 en 1945 ; il tourne actuellement autour de 1,4 en Chine.) Lorsque ce rapport est légèrement supérieur à 1, on peut proposer des amendements de type mécaniste pour le modèle : les spermatozoïdes Y un peu plus légers que les X seraient avantagés ce qui donnerait un peu plus d'œufs mâles. Les embryons et les fœtus masculins auraient un taux de mortalité inférieur à celui des embryons et des fœtus féminins, alors que les hommes ont un taux de mortalité supérieur à celui des femmes. Mais l'on a aussi imaginé des explications pseudo-finalistes. Ce rapport augmenterait après les guerres pour compenser les pertes plus spécifiquement masculines que celles-ci auraient causées. Il existe aussi des explications qui tiennent compte de la volonté humaine. En Chine, par exemple, la libéralisation de l'avortement et la connaissance du sexe des fœtus grâce à l'échographie entraîneraient une interruption volontaire des grossesses plus fréquente quand le fœtus est une fille.

4. Les obstacles rencontrés par ce type de définition

La définition des modèles aléatoires suppose que l'on puisse constater des événements différents à la suite de circonstances initiales identiques. Une telle forme de hasard ne peut exister dans un monde régi par le déterminisme qui pose en principe que les mêmes causes produisent les mêmes effets dans les mêmes circonstances. Or celui-ci, fort des succès remportés dès sa naissance, après la rupture épistémologique du XVII^e siècle, avait prétendu détenir un monopole explicatif et imposer à tous la conviction que les mêmes causes efficientes produisent toujours les mêmes effets. Laplace décrit la théorie du déterminisme universel dans une phrase restée célèbre : « Une intelligence qui, pour un instant donné, connaîtrait toutes les forces dont la nature est animée et la situation respective des êtres qui la composent, si d'ailleurs elle était assez vaste pour soumettre ces données à l'analyse, embrasserait dans la même formule

21. Pour plus de détails voir ma thèse d'histoire et philosophie des sciences, P. SENTIS, *La naissance de la génétique au début du XX^e siècle*, Paris, Lethielleux (coll. « Cahiers d'études biologiques », 18-19), 1970.

les mouvements des plus grands corps de l'univers et ceux du plus léger atome : rien ne serait incertain pour elle, et l'avenir comme le passé serait présent à ses yeux. » Il se voyait fortifié dans son optimisme par l'étude du système solaire dans lequel les planètes ne s'écartent que très peu de leurs trajectoires périodiques. Il admet que ces perturbations s'expliquent par les lois de Newton et vérifie que « les variations observées dans les mouvements de Saturne et Jupiter sont un effet de leur action mutuelle » sur une durée de plus de 2000 ans, car il retrouve par le calcul les observations de Ptolémée. Les chercheurs formés à son école considèrent l'énoncé des lois qui régissent le monde comme un objectif dont la réalisation ne saurait tarder. Ce jour-là la prévision sera parfaite : pour toute grandeur, la valeur donnée par le calcul et celle fournie par sa mesure coïncideront. En attendant, on affirme le caractère provisoire et illusoire des écarts qui subsistent entre les prévisions et les réalisations.

Grâce aux succès de la mécanique quantique, qui ont introduit un changement de paradigme chez les physiciens habitués à un monde entièrement régi par le déterminisme, la physique statistique remet en question cette confiance inébranlable dans les grands principes. En effet, elle justifie à la fois la possibilité de faire des prévisions utilisables dans la pratique et les écarts résiduels entre les observations et les résultats attendus. On peut donc dire que le hasard imite le déterminisme avec succès. Mais les physiciens traditionnels ne s'avouent pas pour autant convaincus, et mettent en avant le fait que les informaticiens savent engendrer, au moyen d'algorithmes déterministes, des séries de nombres qui simulent les résultats d'une série de tirages au sort et affirment au contraire que le déterminisme imite le hasard. Celui-ci entre dans le cadre de leurs recherches à condition de lui refuser toute réalité ontologique et d'y voir seulement une illusion ou le nom que nous donnons à notre ignorance.

Les phénomènes physiques dont le modèle déterministe admet plusieurs solutions, comme la rupture d'un équilibre instable, présentent l'apparence d'un tirage au sort. Une faible variation dans les données initiales entraîne à la longue des écarts considérables. Dans son mémoire « Sur le problème des trois corps et les équations de la dynamique », Poincaré montre que les équations générales de la mécanique n'ont pas toujours des solutions stables. En particulier, elles ne nous permettent pas la détermination des orbites des astéroïdes, de Pluton ou des transplutoniens à longue échéance. En 1963, le météorologiste Edward Lorenz propose un modèle mathématique des mouvements de l'atmosphère qui admet des solutions instables. Aussi a-t-on élaboré une théorie générale du chaos et des processus chaotiques applicable à l'étude de nombreux phénomènes naturels, tels que séismes, éruptions volcaniques, avalanches à la surface d'un tas de sable ou d'une pente neigeuse, et autres catastrophes. Chaos et hasard décrivent l'un et l'autre le déroulement imprévisible de certaines séries causales, mais ils diffèrent par leur nature profonde. On peut étudier une série chaotique même si elle est unique, alors qu'une série aléatoire fait nécessairement partie d'un ensemble. Le début de la série chaotique obéit au plus strict déterminisme alors que celui de la série aléatoire est incertain ; mais, ensuite, l'incertitude relative diminue dans les séries aléatoires et augmente dans les séries chaotiques. Aussi ne peut-on pas dire que le hasard s'explique par le chaos.

Le déterminisme rend souvent compte du hasard, mais pas toujours, et les progrès de la science rendent de moins en moins soutenable une attitude strictement réductionniste, d'autant plus qu'un événement, déterminé si l'on connaît toutes les circonstances de son apparition, devient aléatoire quand certaines informations font défaut. Ainsi, au cours d'une partie, bien que certaine, la place d'une carte à droite ou à gauche d'un joueur peut être considérée comme aléatoire par celui-ci et sa probabilité varie quand le déroulement du jeu lui apporte de nouveaux renseignements. Pourquoi la nécessité n'aurait-elle d'existence que statistique, et serait-elle engendrée par les lois des grands nombres ?

Le hasard serait-il un principe universel qui gouvernerait la nature en expliquant à la fois l'indéterminisme de la microphysique et le déterminisme de la macrophysique ? Ou bien serait-il une illusion entretenue par l'existence de variables cachées ou d'un nombre infiniment grand de causes infiniment petites ? Ou le nom que nous donnons à notre ignorance ? Ces définitions du hasard semblent parfois commodes et appropriées pour l'interprétation de certains phénomènes, mais on sort de la démarche scientifique si l'on considère qu'elles interdisent toute autre interprétation des faits. L'observation et l'expérimentation nous montrent à la fois des phénomènes qui s'enchaînent mécaniquement sans la moindre incartade et d'autres qui apparaissent au hasard de façon imprévisible. Les tentatives entreprises pour établir le caractère illusoire des seconds ou le caractère statistique des premiers ne nous permettent pas de privilégier scientifiquement l'une par rapport à l'autre les deux conceptions unitaires du monde qui nous entoure. Seules des considérations métaphysiques voire idéologiques militent en faveur d'un mécanisme universel.

L'interprétation des résultats tirés du calcul des probabilités donne souvent lieu à des raisonnements incorrects sur le hasard, par ce que nous ne croyons pas à la réalisation d'événements de probabilité trop faible et que notre intuition est contraire aux principes de la discipline selon lesquels un événement de probabilité très faible mais non nulle est possible. En fait nous introduisons des éléments subjectifs dans la balance : quand commence le trop ? En outre le calcul de la probabilité dépend du modèle retenu. Lorsque l'événement est unique en son genre, le modèle explicatif n'est pas validé et nous pouvons chercher une explication qui augmente sa probabilité et nous le rende plus vraisemblable. Mais alors que devient la rigueur scientifique ? Comme dit Pascal, « le cœur a ses raisons que la raison ne connaît pas²² ».

Au jeu de l'écarté le donneur marque un point s'il tire un roi à la onzième carte. On rend compte d'un tel événement par un modèle aléatoire qui donne à toutes les cartes la même probabilité de se trouver à une place donnée, soit une chance sur 8, car le jeu contient 32 cartes dont 4 rois. On ne s'étonnera donc pas si cela arrive au cours d'une partie. Mais si mon adversaire bénéficie deux fois de suite de cet avantage, la probabilité de ce double événement vaut un huitième d'un huitième, soit une chance sur soixante-quatre. Je pense que mon adversaire a de la chance, mais je ne l'accuse pas de tricherie. S'il tire encore le roi plusieurs fois de suite, la probabilité

22. *Pensées*, 197.

devient de plus en plus faible et je peux me demander si cette persistance du gain se produit au hasard, ou si je joue contre un tricheur, ce qui veut dire que j'affecte une probabilité p non nulle à l'hypothèse de la triche. Je me demande implicitement quelle est l'hypothèse qui constitue le modèle le plus probable : une coupe intentionnelle de probabilité p qui obtient le résultat gagnant avec la probabilité 1 ou une coupe aléatoire de probabilité $1-p$ qui obtient le résultat gagnant avec la probabilité $(1/8)^n$, n étant le nombre de succès. Si notre adversaire nous inspire une très grande confiance, nous donnons une valeur très faible à la probabilité p qu'il soit un tricheur et nous disons qu'il a de la chance s'il retourne le roi une, deux, trois fois de suite. Après tout, la probabilité de tirer le roi 6 fois de suite est plus faible que celle de gagner à la loterie nationale ou d'avoir un accident de voiture. Or, on rencontre des gagnants à la loterie nationale et des victimes de la route et on ne les accuse pas d'avoir triché. Mais notre confiance chancelle si nous le voyons retourner le roi un grand nombre de fois consécutives. Si notre confiance est inébranlable, nous pouvons encore admettre une probabilité très faible mais non nulle d'assister à un miracle.

Quand nous trouvons une information dans un message, deux hypothèses s'opposent : ou bien l'émetteur l'a insérée intentionnellement, ou bien il l'a introduite par hasard. La probabilité de cette introduction involontaire est d'autant plus faible que l'information y occupe plus de place. Ainsi quand nous lisons un texte sensé écrit par un jeune enfant qui tape sur une machine à écrire, nous acceptons de le considérer comme un effet du hasard dans la mesure où il est bref, même si nous ne le croyons pas intentionnel. En effet on ne peut tenir pour négligeable la probabilité de trouver un sens à un passage pris au milieu des nombreuses frappes effectuées par quelqu'un qui écrit n'importe quoi. Mais si l'on nous dit que cet enfant a écrit un livre de la Bible, nous ne le croirons pas, à cause de la trop faible probabilité d'une telle réalisation. Ainsi dans le cas d'événements qui se produisent rarement et ne se prêtent donc pas à une analyse statistique, nous n'avons pas de critère sûr pour distinguer les coups de chance des actes volontaires.

5. La confusion de l'aléatoire avec la chance

On fait appel à la notion intuitive de hasard si l'on explique l'existence du monde par l'événement qui a sélectionné une certaine configuration initiale pour les mouvements des particules. On commet un sophisme si l'on entreprend de calculer la probabilité de celle-ci car ce calcul suppose un tirage au sort dans un ensemble de mondes possibles que l'on a défini de façon purement arbitraire. Quand on affirme que « l'univers doit posséder des propriétés qui permettent l'existence de ses observateurs », on énonce une évidence, mais quand on en conclut qu'il « doit être organisé de telle façon qu'il produise des observateurs », on fait une pétition de principe en passant du possible au nécessaire.

Cela reste vrai pour l'histoire de la vie. On ne peut calculer la probabilité de son apparition sur la terre sans émettre d'hypothèses dépourvues de bases expérimentales. Les paléontologues constatent l'existence d'espèces végétales et animales à certaines époques du passé. Les méthodes propres à la paléontologie ne nous donnent aucune

explication de leur apparition et de leur disparition et encore moins des relations entre des espèces qui ont vécu à des époques différentes mais qui se ressemblent et forment des ensembles ordonnés. Si l'on établit une cloison étanche entre la paléontologie et les autres disciplines biologiques, on est conduit à invoquer le hasard pour rendre compte du sens de ce mouvement d'ensemble. Nous l'identifions avec une finalité occulte que nous personnalisons en expliquant l'évolution des espèces soit par un élan vital placé à l'origine de tout, soit par un point oméga qui récapitule toutes choses.

Parmi les êtres vivants, l'homme se singularise par son emprise sur le reste de la nature. Nous constatons que, depuis quelques millénaires, son pouvoir sur la terre et son comportement ont accompli des progrès qui diffèrent de l'évolution biologique tant du point de vue de l'adaptation à l'environnement que de celui de la protection des plus faibles. Mais les données scientifiques dont nous disposons ne nous fournissent pas de réponse certaine aux questions suivantes. Depuis quand l'humanité existe-t-elle ? En quoi se distingue-t-elle des autres espèces animales ? Pourquoi progresse-t-elle dans le domaine moral ? Notre réflexion nous conduit à attribuer aux activités humaines un caractère intentionnel que nous ne retrouvons pas dans les mouvements des objets matériels, ni même des êtres vivants. Cependant, l'explication par les causes finales ne permet pas d'expliquer tout ce qui se passe dans le monde et laisse une marge d'incertitude irréductible à la notion subjective de hasard comme au hasard aléatoire. L'étude des comportements humains en avenir incertain, lorsque le sujet s'attend à rencontrer une explication des phénomènes par la finalité et ne la trouve pas, a exigé l'introduction d'une nouvelle définition du hasard, entrevue par Pascal et mise au point par Cournot.

III. LES ÉVÉNEMENTS ACCIDENTELS

1. Historique des définitions de ce type

Les calculs faits sur les modèles aléatoires supposent que les actions du partenaire ou de la nature ne dépendent pas du résultat des tirages au sort effectués. Ils ne s'appliquent pas dans un jeu où intervient aussi la stratégie des joueurs, si le jeu du second joueur dépend de la décision du premier. Dans son texte célèbre du « pari²³ », Pascal raisonne sur l'attitude de l'homme face à la mort, il tient compte du fait que ce que nous pouvons espérer après notre mort dépend à la fois de ce que nous avons fait pendant notre vie et de l'existence de Dieu. Son raisonnement anticipe sur les méthodes des chercheurs contemporains qui travaillent sur la théorie de la décision. Le discours de Pascal s'adresse à des amis sceptiques qui organisent leur existence sans tenir compte de la doctrine chrétienne et s'adonnent aux divertissements et aux jeux. Il veut les entraîner, à partir de leurs propres principes, vers une démarche de conversion. Examinons en détail le raisonnement de Pascal avant de montrer sa modernité.

23. *Pensées*, 397.

1.1. *Le raisonnement de Pascal*

Pascal commence par leur concéder qu'il ne peut pas prouver l'existence de Dieu, mais en contrepartie ses interlocuteurs devront reconnaître qu'eux-mêmes ne peuvent pas lui prouver que Dieu n'existe pas. La réponse à la question se joue donc à croix ou pile. « Oui ; mais il faut parier ; cela n'est pas volontaire ; vous êtes embarqué. Lequel prendrez-vous donc ? » Il détaille les règles du jeu : « Vous avez deux choses à engager votre raison et votre volonté, votre connaissance et votre béatitude ». On a vu que la raison n'est pas concernée. « Mais votre béatitude ? Posons le gain et la perte en prenant croix que Dieu est. Si vous gagnez, vous gagnez tout ; si vous perdez, vous ne perdez rien. Gagez donc qu'il est sans hésiter. » Il répond ensuite aux objections relatives au critère de décision choisi (prendre la décision qui maximise le gain) en montrant que d'autres critères moins favorables à sa thèse conduisent à la même conclusion.

Si l'on objecte l'importance de la mise (la renonciation à une vie confortable) « Mais je gage peut-être trop. » Il utilise le critère habituel des joueurs : jouer quand l'espérance de gain dépasse la mise. On pourrait hésiter s'il y avait deux vies à gagner avec une probabilité d'un demi, mais pas s'il y en avait trois et encore moins avec une infinité de vies infiniment heureuses. Le raisonnement est encore valable s'il y a « un hasard de gain contre un nombre fini de hasards de perte ».

Il écarte ensuite le principe de précaution (choisir la décision qui minimise le maximum de perte possible) qui conduit à ne jamais jouer, puisque l'on risque toujours de perdre sa mise : « Car il ne sert de rien de dire qu'il est incertain si on gagnera et qu'il est certain qu'on hasarde. » Il lui oppose le comportement rationnel des joueurs : « Tout joueur hasarde avec certitude pour gagner avec incertitude, et néanmoins il hasarde certainement le fini pour gagner incertainement le fini, sans pécher contre la raison. » À plus forte raison quand il y a l'infini à gagner : « Et notre proposition est dans une force infinie, quand il y a le fini à hasarder, à un jeu où il y a pareils hasards de gain que de perte et l'infini à gagner. »

Pascal constate les difficultés rencontrées par son interlocuteur qui s'excuse : « [...] je suis fait de telle sorte que je ne puis croire ». Et il lui en montre le caractère irrationnel : « [...] apprenez au moins que votre impuissance à croire vient de vos passions, puisque la raison vous y porte et que néanmoins vous ne le pouvez. Travaillez donc non pas à vous convaincre par l'augmentation des preuves de Dieu, mais par la diminution de vos passions. C'est le cœur qui sent Dieu et non la raison. Voilà ce que c'est que la foi. Dieu sensible au cœur, non à la raison. Le cœur a ses raisons que la raison ne connaît point on le sait en mille choses. » Deux arguments faciliteront la démarche de son interlocuteur :

- 1) L'éloge du comportement chrétien : « Quel mal vous arrivera-t-il en prenant ce parti ? Vous serez fidèle, honnête, humble, reconnaissant, bienfaisant sincère, véritable. À la vérité vous ne serez point dans les plaisirs empestés, dans la gloire, dans les délices. Mais n'en aurez-vous point d'autres ? »

- 2) Son propre exemple : « Si ce discours vous plaît et vous semble fort, sachez qu'il est fait par un homme qui s'est mis à genoux auparavant et après, pour prier cet être infini et sans partie, auquel il soumet tout le sien, de se soumettre aussi le vôtre pour votre propre bien et pour sa gloire, et qu'ainsi la force s'accorde avec cette bassesse. »

1.2. *Sa modernité*

La démarche de Pascal s'appuie à la fois sur des principes à caractère philosophique et sur des raisonnements de type mathématique. Nous pouvons constater que les uns et les autres s'apparentent beaucoup plus à la pensée moderne qu'à celle de ses contemporains.

Descartes et l'apologétique traditionnelle s'adressent à la raison et cherchent à convaincre. Ils prouvent l'existence de Dieu et l'immortalité de l'âme par une démarche métaphysique appuyée sur un raisonnement logique et des arguments objectifs. Pascal et la pastorale d'aujourd'hui s'adressent à la sensibilité et cherchent à séduire. Ils montrent par leurs témoignages que la religion chrétienne rend l'homme heureux et qu'ils établissent avec le Christ une relation interpersonnelle de caractère subjectif. Le côté révolutionnaire de cette position apparaît clairement si l'on compare le manuscrit du fragment et le texte qui figure dans les *Pensées* de Port-Royal. Quand ses amis jansénistes ont édité le travail de Pascal, ils étaient parfaitement conscients de son souci de rendre la religion aimable. Ils ont reconnu dans leur préface « qu'il voulait plus travailler à toucher et à disposer le cœur, qu'à convaincre et à persuader l'esprit ». Néanmoins, ils n'ont pas osé aller jusqu'au bout de sa démarche et ont corrigé son texte. Ainsi quand ils écrivent : « Vous dites donc que nous sommes incapables de connaître s'il y a un Dieu », cette dernière affirmation semble une concession faite à ses interlocuteurs, alors que Pascal y adhère expressément. De même ils ont introduit dans le texte un passage sur la crainte de l'enfer, bien que Pascal ait évité cet argument ; cependant la prise en compte d'un châtement éternel pour ceux qui ne veulent pas croire aurait rendu le raisonnement encore plus probant : même le principe de précaution aurait conclu à l'intérêt d'un pari en faveur de l'existence de Dieu. En revanche ils ont supprimé le caractère personnel du témoignage final.

Du point de vue mathématique, nous avons là le premier exemple de la méthode que l'on utilise actuellement pour prendre des décisions quand des incertitudes pèsent sur la suite des événements. On suppose que le résultat du jeu dépend aussi de la décision d'un autre joueur (ou éventuellement d'un ensemble d'éventualités inconnues du joueur que l'on appelle les états du monde). On se propose de dire quelle décision le premier joueur doit prendre quand il connaît les résultats obtenus pour chaque couple de décisions (ou couple décision-état de la nature). Pour cela il faut définir le critère de choix, c'est-à-dire la valeur en fonction de laquelle le joueur décide. L'expression mathématique du critère varie selon que l'on privilégie la patience, la prudence, l'audace... Pascal propose deux critères de choix pour un choix entre deux décisions face à deux états du monde. Les auteurs modernes ont généralisé la théorie en variant

les critères de choix, en augmentant le nombre des états de la nature, le nombre de décisions possibles pour le joueur ou le nombre des joueurs.

Parmi les principaux critères actuellement utilisés citons :

- ◆ Le critère d'Hurwicz : se fixer un coefficient d'optimisme t compris entre 0 et 1 et pour chaque décision, calculer $G = tM + (1-t)m$, M étant le maximum de gain et m le minimum. Prendre la décision pour laquelle G est maximum. Quand on prend $t = 1$ on retrouve le premier raisonnement de Pascal.
- ◆ Le critère de Wald : supposer la nature systématiquement hostile et prendre $t = 0$. C'est la stratégie dite principe de précaution que Pascal refuse d'appliquer parce qu'il la juge contraire à la stratégie habituelle des gens raisonnables.
- ◆ Le critère de Laplace : donner des probabilités égales aux divers états de la nature. Prendre la décision pour laquelle l'espérance est maximum. C'est le deuxième raisonnement de Pascal.

2. La définition de Cournot

Ce genre de réflexion permet de prendre des décisions quand on peut attribuer à un événement unique une pluralité de causes indépendantes. La notion de causes indépendantes sera développée ultérieurement par Augustin Cournot. En effet celui-ci a cherché une définition du hasard applicable à un événement qui résulte du concours de plusieurs séries causales, même en l'absence d'un inventaire complet des alternatives possibles. Il fait l'étude aussi bien des événements exceptionnels que des événements comparables à d'autres ; aussi bien de ceux voulus par un décideur autonome que de ceux déterminés par le jeu des forces naturelles. Pour cela il considère qu'un événement arrive par hasard si aucune information ne circule entre les causes efficientes de séries causales qui l'engendrent et le désigne comme « l'intersection de deux séries causales indépendantes ». Sa définition des séries causales indépendantes généralise celle du calcul des probabilités. En effet si les séries causales sont répétitives et obéissent à une loi de probabilité, l'application du principe de raison suffisante montre qu'elles sont indépendantes si et seulement si la probabilité pour qu'un événement donné apparaisse simultanément dans les deux séries est égale au produit des probabilités de son apparition dans l'une et l'autre séries prises isolément ; de sorte que les règles du calcul des probabilités s'appliquent²⁴. L'intersection se produit alors à la fois au hasard et par hasard. Tout événement aléatoire au sens probabiliste se produit par hasard au sens de Cournot ; mais il peut y avoir des événements exceptionnels

24. Le raisonnement utilisé pour la détermination *a priori* des lois de probabilités s'appuie le principe de « raison ». S'il n'y a pas de raison pour qu'un dé tombe sur une face plutôt que sur une autre, alors les probabilités de sortie de ses différentes faces sont égales. S'il n'y a pas de raison que la fréquence de la valeur a diffère de la probabilité $f(a)$ pendant N tirages au sort de la variable X , alors le nombre d'apparitions de la valeur a sera $Nf(a)$. S'il n'y a pas de raison que la fréquence de la valeur b diffère de la probabilité $g(b)$ pendant $Nf(a)$ tirages au sort de la variable Y quand $X = a$, alors le nombre d'apparitions de la valeur b sera $Nf(a)g(b)$. La probabilité d'avoir à la fois $x = a$ et $Y = b$ sera $h(a,b) = f(a)g(b)$. En somme, l'indépendance résulte de l'absence de raisons en faveur de la dépendance, mais il n'est pas toujours facile de faire la preuve d'une absence.

qui arrivent par hasard sans se produire au hasard. La définition proposée écarte seulement les cas de coordination entre les séries causales qui peuvent se produire, soit dans un univers déterministe parce que celles-ci dépendent d'un même événement, par exemple dans le cas des interférences ou des systèmes asservis, soit dans un univers de liberté parce que la connaissance de l'une d'elle influence le choix de l'autre, par exemple dans le domaine des faits économiques et sociaux, qui intéressait particulièrement Cournot. On rencontre donc des hasards de Cournot aléatoires, mais il en existe aussi qui ne le sont pas et que l'on risque de confondre avec des coups de chance.

2.1. Hasard de Cournot et prévision

Quand on étudie une famille d'événements qui s'expliquent par le hasard de Cournot on peut faire des prévisions à condition que l'on puisse leur affecter une loi de probabilité. La possibilité de faire des prévisions existe quand les événements s'expliquent par le hasard de Cournot, mais le mode de raisonnement n'est pas le même que s'ils s'expliquaient par le hasard de Bernoulli. On prévoira une grandeur statistique relative à un ensemble futur de rencontres de séries causales si l'on a observé au préalable un nombre suffisant de rencontres analogues de façon à dégager leur propension à se produire en toute indépendance et à induire une loi de probabilité expérimentale. La prévision d'une grandeur statistique relative à un ensemble d'événements, pour lesquels on a imaginé un modèle explicatif, peut se faire sans observation préalable en déduisant la loi de probabilité du modèle proposé. Expérimentateurs et théoriciens effectuent les mêmes calculs, mais un ingénieur effectue une vérification expérimentale préalable de l'indépendance des séries causales, alors qu'un mathématicien pose l'indépendance *a priori* et la vérifie par l'expérience. Dans l'un et l'autre cas, il n'existe pas de probabilité, ni de prévision possible, relative à un événement isolé.

Examinons le cas d'un accident d'automobile qui se produit à un carrefour donné, à une heure donnée, entre deux véhicules bien déterminés. Il est considéré comme un événement unique par le rapport de police et le constat d'assurance. Il peut être considéré comme une chance ou une malchance par les proches des victimes. Y verrons-nous aussi un hasard de Cournot ou de Bernoulli ? Il est la rencontre de deux séries causales, mais celle-ci sont-elles indépendantes ? Ce n'est pas le cas si l'un des conducteurs en voulait à l'autre et l'a pris pour cible. Un policier peut se poser le problème. Mais en général l'information relative aux trajectoires des autres véhicules a plutôt pour effet d'empêcher les accidents, de sorte que ceux-ci se produisent généralement quand elle fait défaut et relèvent du hasard de Cournot. Le policier peut aussi attribuer l'absence d'information à des causes telles que le mauvais état de la route, un défaut de signalisation, le brouillard ou l'alcool, etc., qui entravent la liberté de conduite des automobilistes. L'assureur retiendra dans les circonstances de l'accident la densité du trafic, la vitesse, l'utilisation intensive du véhicule, etc. La rencontre des deux véhicules donnés comme un événement fortuit, imprévisible, quand on se place du point de vue des conducteurs ou des spectateurs, devient un objet de statistique quand on fait abstraction de certaines de ses particularités pour la considérer comme un élément dans un ensemble d'accidents. Elle obéira à une loi de probabilité calcu-

lée en fonction des informations retenues et différente selon le point de vue de la police de la route ou des assureurs.

2.2. *Hasard de Cournot et décision*

Lorsqu'un joueur prend une décision, il déclenche une série causale dont l'interaction avec d'autres séries causales aura des conséquences plus ou moins avantageuses pour lui. La théorie de la décision a pour objet de lui indiquer le bon choix compte tenu des informations dont il dispose. Les causes efficientes des autres séries causales peuvent relever d'un modèle aléatoire (et l'on utilise le calcul des probabilités), être les décisions d'autres joueurs (et l'on utilise la théorie des jeux), ou constituer des états de la nature pour chacun desquels on connaît le montant du gain (ou de la perte) du joueur. Depuis Pascal l'on a proposé pour les problèmes usuels différents critères de choix, dont aucun n'est parfait, mais qui permettent de sortir de l'indécision. Le critère de l'espérance consiste à maximiser l'espérance mathématique du gain quand on peut estimer les probabilités des états de la nature, mais il suppose que celles-ci sont indépendantes de la décision. Le principe de précaution revient à supposer que la nature adopte pour chaque décision l'état le plus défavorable au joueur, ce qu'elle n'a aucune raison de faire. Les critères de type minimaux voient leur conclusions bouleversées par la prise en compte d'un événement défavorable invraisemblable. Pour plus de détails, on pourra consulter Boursin sur les stratégies en avenir incertain²⁵, Fourgeaud, Lenclud et Sentis sur une stratégie en avenir partiellement incertain²⁶.

3. Exemples d'événements fortuits

Quand on exclut la transmission d'information entre les séries causales que l'on rencontre à l'origine d'un phénomène, la définition de Cournot permet d'en faire une description provisoire en l'absence de phénomènes comparables, même si l'on espère combler cette lacune par la suite et en donner un modèle aléatoire. Elle convient donc tout particulièrement à l'étude des faits économiques et sociaux en raison de leur complexité, mais aussi à l'astronomie et à la biologie.

L'apparition d'une comète constitue en général un fait historique imprévisible quand elle arrive des extrémités de l'univers, s'approche du soleil et repart à tout jamais. Cependant certaines comètes ont une orbite elliptique et reviennent périodiquement. De nombreux astéroïdes tournoient dans l'espace et finissent par tomber sur la terre si les deux mobiles arrivent à peu près au même moment au point où leurs orbites se rencontrent. On peut faire une étude statistique des chutes de petites météorites, mais celle d'un géocroiseur de 10 km de diamètre, comme celui qui est tombé

25. Cf. Jean-Louis BOURSIN, « L'homme calculateur face au risque », *Réflexions Chrétiennes*, 1 (2002), p. 55-62.

26. Cf. FOURGEAUD, LENCLUD, SENTIS, « Critère de choix en avenir partiellement incertain », *R.I.R.O.*, 14 (1968), p. 9-20.

dans la presqu'île du Yucatan il y a 65 millions d'années, reste un événement pas tout à fait fortuit.

On a mis cette catastrophe en relation avec la disparition des dinosaures, survenue à peu près à la même époque. En effet, la survie d'une espèce constitue une série causale dont la fin ne s'explique que par l'intervention d'une autre série causale qui peut être l'apparition d'un prédateur nouveau ou une modification du climat. Lorsque l'on voit la disparition simultanée d'un ensemble important d'espèces, comme ce fut le cas pour les dinosaures, sans apparition de prédateurs, on songe plutôt à expliquer cette disparition par une modification subite du climat comparable à celle qui s'est vraisemblablement produite à la suite de cet événement.

Si on élimine l'hypothèse de la génération spontanée, l'apparition d'une espèce nouvelle est un événement fortuit dû au concours de séries causales indépendantes : l'existence d'une espèce-mère et une mutation du génome sous l'influence de facteurs externes. Si l'on se propose l'étude des mutations génétiques, de leurs causes et de leur fréquence d'apparition, l'apparition d'un mutant devient un phénomène quasi aléatoire. On peut définir une pression de mutation. La survie du mutant, comme celle d'un non-mutant, va dépendre d'un grand nombre de séries causales indépendantes, aléas climatiques, nourriture, rencontre d'un prédateur, etc. La pression de sélection se caractérise par le rapport entre la probabilité de survie jusqu'à l'âge de la reproduction des porteurs de la mutation et celle des non-porteurs. L'apparition d'une espèce nouvelle sera fonction de la pression de mutation et de la pression de sélection²⁷.

4. Les obstacles rencontrés par ce type de définition

Le résultat de la rencontre des deux séries causales varie si l'une des deux séries varie en fonction de la décision prise par un sujet à l'instant initial. On en rend compte, selon ce que le décideur sait de l'autre série causale, soit par la finalité si le sujet avait des informations suffisantes pour lui permettre de l'atteindre, soit par le hasard de Cournot s'il ne les avait pas. Ces deux notions semblent donc séparées par une incompatibilité de principe, mais cependant elles s'apparentent suffisamment pour s'imiter l'une l'autre.

4.1. Incompatibilité de principe des deux notions

Quand estimerons-nous que l'orientation d'une série causale vers un but s'effectue sous l'influence d'une cause finale au lieu de l'attribuer à ses causes efficientes ? L'événement qui se produit à la fin du processus n'a pas par lui-même un effet rétroactif sur les données à l'instant initial puisqu'il n'existait pas vraiment. Il n'agit pas par l'intermédiaire de ses qualités, mais seulement par l'idée que le décideur s'en fait grâce aux informations qu'il possède sur le processus et son terminus. Un tireur connaît les coordonnées d'espace et de temps des chocs qui se produiront, ou non, à la fin de chacune des trajectoires possibles en fonction des paramètres dont il dispose.

27. P. L'HÉRITIER, *Traité de génétique*, Paris, PUF, 1954.

Il choisit alors celle qui atteindra le but qu'il désire. Ainsi la rétroactivité à partir de la fin suppose une bonne connaissance de l'objectif poursuivi et la liberté du choix des moyens à l'instant initial.

L'échec d'un chasseur qui rate son tir résulte de l'imprécision de ses mouvements. Il manifeste plus ou moins d'adresse, même quand il vise une cible fixe. Les écarts, qui s'introduisent dans la transmission par les nerfs moteurs des ordres relatifs au maniement de l'arme relèvent de l'aléatoire, car ils dépendent de contraintes de nature biologique. L'incertitude de la prévision et le taux d'échec du tireur dépendent de sa maladresse et non d'une finalité qui se voudrait aussi rigoureuse que le déterminisme.

Quand un artilleur tire sur une cible mobile, le choc se produit au point de rencontre de deux séries causales : la trajectoire de l'ennemi connue par sa vitesse et sa direction initiale et la trajectoire du missile dont les paramètres de lancement se calculent en fonction de la vitesse et de la position initiale de l'ennemi. Les deux séries causales ne sont pas indépendantes, car une information a circulé.

Quand une tuile lâchée par un couvreur tombe d'un toit et tue un passant, l'événement a pu se produire par hasard s'il est dû à la rencontre de deux séries causales indépendantes : celle qui a amené la victime sur les lieux et celle qui a déterminé la trajectoire de la tuile depuis le moment où le couvreur l'a lâchée. Néanmoins le policier chargé d'enquêter sur l'accident se demande si la victime n'a pas été visée et cherche à deviner si le responsable avait une raison idéologique ou sentimentale de lui en vouloir et aurait lancé la tuile intentionnellement. L'hypothèse d'un motif qui établirait une liaison entre les deux séries introduit la finalité et exclut le hasard de Cournot.

L'attribution d'un événement à cette définition du hasard élimine implicitement que celui-ci s'explique par l'intervention d'un décideur qui agirait en fonction des informations dont il dispose, car dans ce cas les séries causales mises en jeu ne seraient pas indépendantes. Cependant la subordination d'un événement à un décideur n'interdit pas toujours son attribution au hasard. L'indépendance des séries causales résulte alors des contraintes qui ont privé l'acteur d'une précision suffisante dans la connaissance du but poursuivi et le choix des moyens appropriés. Ainsi un automobiliste peut avoir une mauvaise appréciation des conditions de la circulation. Il avait l'intention d'éviter les chocs et disposait à cet effet de moyens appropriés : la possibilité de freiner et le choix judicieux de la vitesse du véhicule. Il regardait la route pour connaître la position et le mouvement des autres usagers ; mais il les a mal évalués parce que sa visibilité était réduite par le brouillard ou la pluie, et un accident s'est produit par hasard.

4.2. L'imitation du hasard par la finalité

Le statisticien mesure la fréquence et prévoit le nombre des échecs et des accidents de telle catégorie et les fait ainsi rentrer dans la catégorie des événements aléatoires, mais il n'a pas la possibilité de pronostiquer ce qui reste incertain, à savoir si tel individu rentrera tel jour chez lui sans voiture ou sans gibier. Tout au plus peut-il

indiquer les probabilités de ces événements, encore que la liberté du sujet lui permette de les modifier en se fixant d'autres finalités que la prudence sur la route ou les exploits cynégétiques, par exemple la célébration d'une fête, qui diminuera ses réflexes par suite d'une consommation excessive d'alcool. De même, un tricheur accroît ses gains en truquant les résultats d'un jeu de hasard. Une autorité politique influe, par la façon d'annoncer un événement exceptionnel, sur les modalités de sa réalisation et peut ainsi réduire les effets d'une catastrophe naturelle, ou les mouvements spéculatifs de la bourse.

Qu'il travaille pour une entreprise de sondages, une compagnie d'assurances ou pour la comptabilité nationale, le statisticien distingue dans les phénomènes qu'il étudie ceux dont les variations s'expliquent par des circonstances accidentelles de ceux qui obéissent à des finalités méthodiques. En effet, les fantaisies des agents gênent plus la prévision des faits économiques et sociaux engendrés par leurs comportements que les écarts fortuits entre les objectifs et les réalisations. Aussi les planificateurs et les sondeurs d'opinion cherchent à éliminer les conséquences de la liberté des décideurs et utilisent divers stratagèmes afin d'étudier les phénomènes comme des effets du hasard grâce à la détermination expérimentale de leurs lois de probabilité.

Dans les sondages, le statisticien imite les conditions du hasard de Cournot en choisissant un mode d'échantillonnage indépendant des variables à étudier. Supposons par exemple que les données figurent sur un très grand nombre de fiches. La loi des grands nombres nous dit qu'il aura une bonne approximation de certaines grandeurs caractéristiques (telles que moyennes, variances ou coefficients de corrélation), en les calculant sur un échantillon plus petit, mais pas trop petit, tiré au sort dans le fichier. La propriété subsiste s'il remplace le tirage au sort par un tri en fonction d'une variable commode, par exemple en prenant les sujets tous les n rangs sur une liste classée par ordre alphabétique. Mais comment s'assurer que la variable choisie est vraiment indépendante des variables étudiées ? Le nom d'un individu peut être corrélé avec ses opinions religieuses, donc avec ses habitudes alimentaires ? Un choix intentionnel engendre-t-il toujours un pseudo-hasard ?

L'utilisation d'un sondage en vue d'une prévision donne lieu à des erreurs systématiques si les données sont recueillies après le tirage au sort. Pour une élection, on tire au sort un échantillon sur les listes électorales et l'on interroge chacun des électeurs ainsi choisis sur son vote futur. La méthode comporte des risques d'erreurs liés à la liberté des individus, qui peuvent changer d'avis entre le sondage et le vote, ou même tromper délibérément les enquêteurs sur leurs véritables intentions par respect humain ou crainte de représailles. Mais l'échantillon des réponses obtenues quand on substitue une enquête par téléphone au tirage au sort représente encore plus mal l'ensemble des votants, car la variable utilisée pour déterminer la personne sondée n'est pas indépendante de son vote. En effet, pour que l'on ait une réponse à la question posée, il faut que la personne ait le téléphone, ce qui élimine les électeurs les moins fortunés, qu'elle soit chez elle au moment où on l'appelle, ce qui privilégie les inactifs, qu'elle accepte de répondre au lieu de vaquer à ses occupations habituelles, ce qui privilégie les gens les plus motivés politiquement.

4.3. *L'imitation de la finalité par le hasard*

Nous attribuons sans aucun scrupule une finalité à une série causale quand nous voyons à son origine un sujet que nous jugeons libre. Mais qu'en est-il lorsque la liberté de celui-ci nous paraît douteuse ? Lorsque le choix initial semble favoriser l'agent source de la décision par suite d'un mécanisme de rétroaction ? Une machine à emballer, qui n'a pas l'intention de réaliser des paquets de poids constant, le fait automatiquement. En revanche beaucoup de nos concitoyens jugent intentionnels des comportements de leurs animaux domestiques que d'autres expliquent par des réflexes conditionnés. L'intention des agents n'a aucun caractère objectif. Elle échappe totalement à l'expérience scientifique qui ne peut en apporter la preuve. Nous la constatons en nous par introspection, et l'attribuons aux autres dans la mesure où une mystérieuse connivence nous les fait considérer comme des personnes responsables. Considérons-nous comme tels tous ceux qui tirent avantage de leurs actions ?

Que dirons-nous de ceux dont l'activité semble s'exercer au profit d'autrui ? Pour certaines fleurs, le mécanisme d'émission du pollen permet la fécondation de plants éloignés. Il présente un intérêt du point de vue de l'extension de l'espèce, mais ne favorise pas la plante elle-même. Ne faut-il pas chercher ailleurs que dans la fleur la raison de ce comportement ? On peut y voir une finalité intentionnelle : la Providence (ou la nature) voudrait que la plante se reproduise partout et l'a sagement organisée pour cela. Mais n'avons-nous pas une vue anthropomorphique des choses ? Pourquoi le grand architecte de l'univers aurait-il choisi de multiplier cette espèce de préférence aux autres ? Ne prenons-nous pas un simple mécanisme de rétroaction pour une activité intentionnelle ? Si les individus n'étaient pas nés, les espèces se seraient éteintes et nous ne les observerions pas. L'élimination des programmes génétiques qui produiraient de tels êtres relève de la nécessité et non de la finalité.

De même l'adaptation des espèces au milieu est liée à la transmission des patrimoines génétiques. Chacun des deux parents copie une moitié de son stock de gènes et la transmet à ses descendants, de sorte que ceux-ci ont le même rapport qu'eux avec leur environnement. Mais cette relation se modifie par hasard si des séries causales indépendantes²⁸ de ce processus produisent des mutations qui modifient la probabilité de survie de l'individu. Quand le nouvel équilibre est plus avantageux (parce que la probabilité augmente) la mutation s'installe dans le patrimoine génétique, sinon elle s'élimine. Le chercheur qui constate l'évolution des espèces choisit entre diverses explications possibles. Ou bien il privilégie l'hypothèse d'une orientation du hasard par une finalité consciente, ce qui revient à le personnaliser. Ou bien il recherche les mécanismes déterministes, aléatoires ou chaotiques qui expliquent la meilleure survie de l'individu et l'élimination des programmes génétiques associés à des morphologies moins avantageuses. La sélection naturelle donne l'illusion d'une

28. Dans certains cas le mécanisme de la rencontre est bien connu et se décrit au moyen d'un modèle aléatoire. Par exemple, quand les gamètes sont soumis à une irradiation, ou quand un *crossing-over* se produit au cours de la méiose. Dans d'autres cas (trisomie ou polyploïdie par exemple), nous en ignorons la cause.

finalité, l'adaptation de l'espèce au milieu. La survie des individus et des espèces serait alors une pseudo-finalité et non un objectif de la nature

5. La confusion entre les différents types de hasard

La notion de séries causales indépendantes donne lieu à de nombreuses utilisations incorrectes lorsqu'on l'utilise sans précaution au risque de confondre les différents types de hasard. Les conclusions que l'on tire à partir d'une définition ne sont pas valables quand l'événement étudié relève d'une autre définition du hasard. Il ne suffit pas d'identifier les séries causales qui interviennent dans la détermination d'un événement pour dire qu'elles sont indépendantes en ignorant les circonstances qui les ont provoquées. Lorsque l'un des acteurs est un homme, considéré comme libre de ses actes, on peut faire l'hypothèse que sa décision ne dépend pas des facteurs qui déclenchent les autres séries causales, mais on sera plus prudent avec les plantes et les animaux. Par exemple, quand un insecte butine une espèce d'orchidée plutôt qu'une autre, on ne peut invoquer le hasard de Cournot parce que les mutations déterminant la forme de la fleur apportent un avantage à l'espèce quand la fleur attire cet insecte. Si les séries causales sont engendrées par des mécanismes aléatoires, il faut vérifier l'indépendance de ces mécanismes au sens du calcul des probabilités. Quand elles se rencontrent à différentes reprises, une vérification expérimentale est possible, mais quand l'événement est unique, il faut alors déterminer les modèles explicatifs de chacune d'elles et établir l'indépendance des modèles.

Prenons par exemple l'apparition de la vie sur la terre que l'on attribue ou non au hasard pour des motifs généralement plus polémiques que scientifiques. L'enjeu de la querelle consiste à conclure : « C'est un hasard donc ce n'est pas une intervention divine » ou « Ce n'est pas un hasard donc c'est une intervention divine », comme si de tels raisonnements n'étaient pas des sophismes, dans la mesure où l'on passe de la troisième définition du hasard à la première. Le raisonnement utilisé pour établir l'attribution au hasard consiste à reconstituer l'architecture du premier vivant et à dire que celle-ci a été réalisée par la rencontre des atomes et des molécules nécessaires au même moment en un même lieu. On peut alors considérer les trajectoires de celles-ci comme des séries causales indépendantes. Avec un peu d'imagination, on peut même leur affecter une loi de probabilité. En fonction des modèles retenus, on calcule la probabilité pour qu'elles se rencontrent. Le résultat varie avec les auteurs, mais est toujours très petit. D'où de nouveaux sophismes : « L'événement est tellement improbable qu'il ne peut pas s'être produit spontanément » ou « L'événement est improbable sur la terre, mais il y a beaucoup de terres où il a pu se produire, donc il est certain qu'il devait se produire quelque part ». La seule chose qui soit véritablement certaine c'est qu'il s'est produit.

La possibilité de faire appel à l'une ou l'autre des deux explications, finalité et pseudo-hasard ou hasard et pseudo-finalité, ouvre la porte à deux visions du monde entre lesquelles chaque chercheur choisit en fonction de ses présupposés philosophiques ou idéologiques. On peut chercher à rendre compte de n'importe quel mouvement par sa cause finale, ce qui remplit le monde d'êtres libres et évacue pratique-

ment le hasard de Cournot. On peut au contraire juger que le progrès de la science évacue les causes finales et explique toute la physique, la biologie et la sociologie par le déterminisme. Celui-ci régirait même, pour certains, le comportement humain, il contrôlerait alors tous les événements isolés qui se produisent par hasard dans la nature. Mais peut-être un moyen terme s'introduit-il entre une liberté universelle et l'absence de liberté.

CONCLUSION

La notion de hasard a suscité notre curiosité en raison du nombre et de la diversité des circonstances où elle se présente à nous. Nous l'apercevons un peu partout dans la nature, sans avoir la certitude de sa présence et en faisons un principe mystérieux responsable de tout ce qui arrive de bien ou de mal dans le monde. Devons-nous y voir une explication purement verbale ? Elle a beaucoup trop d'applications pour que nous puissions la considérer comme une coquille vide. Aussi avons-nous cherché à préciser notre intuition. Nous invoquons le hasard quand nous constatons qu'un événement ne prend pas place dans notre vision d'un monde bien ordonné. Nous n'avons pas rencontré le type d'explication, nécessité, décideur humain, Providence divine que nous attendions et nous lui avons cherché un substitut. D'où les différentes définitions du hasard que l'on peut donner selon le type de causalité que l'on cherche à imiter et non à contrer.

Quand nous avons cherché ce qui imite les interventions miraculeuses de Dieu, nous n'avons pas considéré le hasard comme une illusion, mais nous l'avons personnalisé et en avons fait une idole. Quand nous avons rencontré des phénomènes qui s'écartaient des lois strictes du déterminisme, nous n'avons pas invoqué la contingence pour les déclarer imprévisibles, mais avons cherché à les faire entrer dans les cadres plus souples de l'aléatoire. Quand les événements nous ont paru dépourvus de finalité, nous avons examiné si leur caractère accidentel ne pouvait s'expliquer par l'absence d'informations. Nous n'avons donc pas trouvé une, mais trois définitions qui ne coïncident pas, et trois ensembles différents d'événements qualifiés de hasards, apparus au hasard ou provoqués par hasard. Le même mot se retrouve dans le nom d'ensembles qui ont des parties communes importantes, mais ne se recouvrent pas. Il ne désigne pas un concept univoque mais change de sens au gré des circonstances. Nous ne le considérerons pas comme un sujet, capable de gouverner les événements qui rendrait compte du pourquoi des choses, ni même un objet qui aurait une réalité propre et sur lequel nous aurions une prise. Nous devons plutôt y voir une qualité des phénomènes, relativement objective malgré sa polysémie, un attribut qui décrit comment les processus se déroulent. Le hasard ne fait rien, mais il colore la façon de faire.

Nous devons toutefois faire très attention à ne pas sauter d'une définition à l'autre sans nous en rendre compte. En effet les différentes définitions permettent de reconnaître si tel événement entre dans tel type de hasard et, dans ce cas, quelles conséquences on peut en tirer. Mais on arrive à des conclusions différentes quand on change de définition. Nous avons vu à quels abus conduisait sa personnification et constaté que les définitions subjectives qui aboutissaient à faire du hasard une cause occulte

étaient aussi peu satisfaisantes pour la foi que pour la raison, car ni la liberté humaine ni les interventions providentielles de Dieu ne trouvent plus de place dans un monde livré au désordre. En revanche les définitions objectives du hasard sont plus utilisables. On rencontre trop de faits inexplicables dans les comportements humains comme dans le monde matériel pour qu'un déterminisme inflexible basé sur le principe « une seule cause un seul effet » gouverne l'univers. Caractérisé soit à partir de l'axiomatique de Kolmogorov, quand divers effets possibles résultent au hasard d'une cause unique, soit à partir de celle de Cournot, quand un événement dépend par hasard d'une pluralité de causes indépendantes, le hasard a trop de valeur explicative pour que nous puissions l'écarter comme une illusion. Son utilisation pour qualifier les faits étudiés a la valeur d'une hypothèse scientifique dont les conséquences peuvent être infirmées ou confirmées par l'expérience.